

ALARICH SCHULTZ

BOTÂNICA

NA ESCOLA SECUNDÁRIA



EDITORA



GLOBO

ALARICH R. SCHULTZ

Catedrático de Botânica da Faculdade da UFRGS
Doutor em Filosofia (Botânica) pela Universidade
de Marburg/Lahn, Alemanha.

BOTÂNICA

NA

ESCOLA SECUNDÁRIA

2.ª EDIÇÃO

1.ª impressão



EDITORA GLOBO S. A.
Pôrto Alegre

1.ª EDIÇÃO

1.ª impressão — setembro de 1959
(INEP)

Capa de

JOÃO AZEVEDO BRAGA

1968

DIREITOS EXCLUSIVOS DE EDIÇÃO, DA EDITORA GLOBO S. A.
PORTO ALEGRE — RIO GRANDE DO SUL
BRASIL

ÍNDICE GERAL

PREFÁCIO — 1. ^a Edição	1
PREFÁCIO — 2. ^a Edição	2

INTRODUÇÃO

Importância da vegetação para a vida em nosso planêta. Relações entre a planta e o homem. Estética, cultura, amor à natureza, amor à Pátria. Classificação dos vegetais. Recursos do professor	3
--	---

PRIMEIRA PARTE

PLANTAS COM EMBRIÃO EM SEMENTES

(*E spermatófitas*)

APRESENTAÇÃO	13
--------------------	----

UNIDADE 1

A AÇUCENA BRANCA

<i>Material</i> : como obtê-lo e usá-lo	14
<i>Exposição</i> : a flor, estrutura, polinização, fecundação, fruto e semente. Sistema vegetativo: conceito de erva, folha simples, caule, cebola, raízes. Noções de nutrição vegetal	14
<i>Afinidades</i> : outras espécies afins que constituem os grupos das Liliáceas e Liliifloras	17
<i>Exercícios</i> : desmembramento da flor para conhecimento de suas partes e da constituição de seu diagrama (colar e desenhar). Cortes através dos estames e do ovário. A cebola e o espargo; relação entre folhas e ramificação; cladódios	18

UNIDADE 2

O CRAVO-DO-MATO

<i>Material</i> : como obtê-lo e usá-lo	20
<i>Exposição</i> : sua morfologia em relação com a vida epifítica: absorção e captação da água pelas folhas; raízes como órgãos de fixação e armazenamento. Disseminação das sementes pelo vento. Conceito de cápsula	20
<i>Afinidades</i> : outras espécies que constituem os grupos das Bromeliáceas e Farinosas	22
<i>Exercícios</i> : medir a quantidade de água contida nos funis foliares de Bromeliáceas; verificar os tipos de seres vivos encontrados nesta água	23

UNIDADE 3

A BANANA-IMBÉ

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	24
<i>Exposição:</i> espata e espadice; flôres nuas e unissexuadas. Relações entre a organização floral e as mósceas polinizadoras. Relações entre a morfologia vegetativa e a vida epifítica	24
<i>Afinidades:</i> outras espécies que constituem os grupos das Aráceas e Espatifloras	27
<i>Exercícios:</i> analisar espata e espadice. Medir a temperatura num termóforo. Fazer cordas da casca das raízes adventícias	27

UNIDADE 4

O COQUEIRO-DA-BAHIA

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	29
<i>Exposição:</i> flôres unissexuadas, periantadas. Panícula, espata, brácteas. Drupa. Organização do fruto em relação com sua disseminação pelas águas oceânicas. Conceito da fôlha simples e composta. Relação entre a forma foliar das Palmeiras e a pressão exercida pelos ventos. Bainha e lígula. Estipe. Utilidades	29
<i>Afinidades:</i> outras espécies afins, que constituem o grupo das palmeiras ou Príncipes	32
<i>Exercícios:</i> outras palmeiras úteis. Comparação da forma das fôlhas em botão e adultas. Medir os diâmetros de palmeiras	33

UNIDADE 5

O MILHO

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	34
<i>Exposição:</i> as inflorescências masculinas e femininas. Glumas e páleas. Polinização pelo vento. Cariopse. Cólmo articulado em nós e entrenós. Raízes normais e adventícias. Fôlhas com bainhas amplexicaules, seu significado estrutural	34
<i>Afinidades:</i> outras espécies que constituem os grupos das Gramíneas e Glumifloras. Sua importância para a alimentação humana e animal	37
<i>Exercícios:</i> experiências de germinação das sementes em terra, água e em meios artificiais	38

UNIDADE 6

A BANANEIRA

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	41
<i>Exposição:</i> frutos sem sementes. A influência da seleção sobre as qualidades de plantas cultivadas. Pseudotrônco e rizoma. As fôlhas e o vento	41
<i>Afinidades:</i> outras espécies que constituem os grupos das Musáceas e Citamíneas	44
<i>Exercícios:</i> armazenamento de água nos pseudotrôncoes. Multiplicação pelos rizomas. Observação do amilo ao microscópio; sua importância na alimentação	45

UNIDADE 7

A ORQUÍDEA

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	48
<i>Exposição:</i> a flor da orquídea e sua polinização. Condições para a germinação das sementes; conceito de simbiose. Organização do aparelho vegetativo e conceitos de plantas autótrofas terrestres e epífitas, de saprofitismo e parasitismo	48
<i>Afinidades:</i> outras espécies que constituem o grupo das Orquídeas e Microspermas	52
<i>Exercícios:</i> retirada do políno das flôres. Corte duma raiz de espécie epifítica. Contar e pesar sementes. Ensaio de cultura em xaxim. Formação de amilo em fôlhas de plantas autótrofas.	53

UNIDADE 8

A ROSEIRA

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	55
<i>Exposição:</i> flor e pseudofruto. Análise da fôlha e de suas partes. Acúleos e espinhos. Origem híbrida de muitas plantas cultivadas	55
<i>Afinidades:</i> outras espécies de Rosáceas, sua utilidade	58
<i>Exercícios:</i> comparar e desenhar fôlhas, sépalas, pétalas e estames e suas formas de transição	59

UNIDADE 9

O FEIJÃO PRÊTO

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	61
<i>Exposição:</i> a flor das Papilionoídeas, flôres, simetria das flôres. Plantas trepadeiras. Nódulos da raiz; simbiose com bactérias. Adução verde. Ciclo do nitrogênio	61
<i>Afinidades:</i> outras Papilionoídeas e sua utilidade	65
<i>Exercícios:</i> desmembrar uma flor e colar as partes em papel; diagrama. Experiências de cultura em terra, água e em meios artificiais com grãos de feijão e de ervilha. Germinação epigéia e hipogéia. Comparação com os resultados obtidos no milho. Dicotiledôneos e Monocotiledôneos	66

UNIDADE 10

O FLAMBOYANT

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	73
<i>Exposição:</i> flor, prefloração valvar e imbricada ascendente e imbricada descendente. Posição de guarda das fôlhas. Tipos de fôlhas compostas. Função estética e higiênica das árvores ornamentais nas ruas e nos parques das cidades brasileiras	73
<i>Afinidades:</i> outras espécies de Cesalpinoídeas e suas utilidades	75
<i>Exercícios:</i> colecionar os frutos das Cesalpinoídeas nativas e cultivadas da região e tentar elaborar uma chave de classificação baseada em suas particularidades	76

UNIDADE 11

O ANGICO

<i>Material</i> : como obtê-lo e usá-lo	77
<i>Exposição</i> : flor e fruto. Estames, espigas; Importância bioclimatológica e comercial das matas naturais	77
<i>Afinidades</i> : outras espécies de Mimosoideas; conceito e divisão das Leguminosas; lomentos e vagens típicas. Sua utilidade	81
<i>Exercícios</i> : sensibilidade da <i>Mimosa pudica</i> , condução do estímulo	83

UNIDADE 12

O ABACATEIRO

<i>Material</i> : como obtê-lo e usá-lo	85
<i>Exposição</i> : análise morfológica das flôres e do sistema vegetativo. Flôres trímeras e pentâmeras	85
<i>Afinidades</i> : outras espécies das Lauráceas e de famílias afins	86
<i>Exercícios</i> : observação do tipo de deiscência da antera das Lauráceas e de outras famílias	87

UNIDADE 13

O MARURU

<i>Material</i> : como obtê-lo e usá-lo	88
<i>Exposição</i> : flor espirocíclica. A folha peltada, sua estrutura macro e microscópica em relação ao ambiente aquático	88
<i>Afinidades</i> : outras espécies de Ninfáceas e de famílias afins	91
<i>Exercícios</i> : observação dos canais de ventilação nos pedicelos de folhas aquáticas flutuantes. Disposição dos estômatos nas epidermes. Comparação com folhas submersas de <i>Eloëa</i> , <i>Vallisneria</i> , etc.	91

UNIDADE 14

O FIGO

<i>Material</i> : como obtê-lo e usá-lo	93
<i>Exposição</i> : polimorfismo floral em relação à polinização. Inflorescência e fruto sincarpado. Conceito alimentar e botânico do têrmo fruto. Fôlhas. Látex	93
<i>Afinidades</i> : outras espécies de Moráceas e sua utilidade. Famílias afins	95
<i>Exercícios</i> : colheita e estudo comparativo de figueiras nativas, brasileiras	96

UNIDADE 15

A MAMONA

<i>Material</i> : como obtê-lo e usá-lo	97
<i>Exposição</i> : flôres unissexuadas e inflorescência. Estames "ramificados". Folículo. Ejaculação de sementes. Óleos vegetais	97
<i>Afinidades</i> : outras espécies de Euforbiáceas e suas utilidades e peculiaridades	99
<i>Exercícios</i> : observação da ejaculação das sementes ao secar da cápsula tricoa. Grãos de aleurona. Vasos anelados	102

UNIDADE 16

A LARANJEIRA

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	104
<i>Exposição:</i> flor, anel nectarífero, estames com filêtes petalóides. Tipos de bagas. Glândulas aromáticas das folhas. Propagação de variedades selecionadas por enxertia. Relações entre cavalo e enxerto	104
<i>Afinidades:</i> outras espécies de Rutáceas e suas utilidades. Famílias afins	107
<i>Exercícios:</i> exercícios de enxertia. Determinação das espécies comestíveis de Rutáceas pelo aroma das folhas	108

UNIDADE 17

A GOIABEIRA

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	110
<i>Exposição:</i> flor e frutos. Folhas opostas (outras posições possíveis) Glândulas aromáticas. Importância do aroma na distinção de espécie de famílias vegetais	110
<i>Afinidades:</i> outras espécies dos grupos Mirtáceas e Mirtiflóreas. Suas utilidades	110
<i>Exercícios:</i> enumeração e descrição dos frutos das Mirtáceas silvestres e cultivadas da região. Desenho	112

UNIDADE 18

A CENOURA

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	113
<i>Exposição:</i> flor, umbela. Aquênios. Organização da folha e da raiz. Tipos de raízes. Vitaminas	113
<i>Afinidades:</i> outras espécies de Umbelíferas, características e utilidades	115
<i>Exercícios:</i> cortes macroscópicos através da raiz. Pigmentos dos plastos	116

UNIDADE 19

O MIMO-DE-VÊNUS

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	118
<i>Exposição:</i> flor, andróforo, cálice duplo. Noções de filotaxia	118
<i>Afinidades:</i> outras espécies dos grupos Malváceas e Malvaes	120
<i>Exercícios:</i> cortar uma flor longitudinalmente e desenhá-la. Germinação do pólen	121

UNIDADE 20

A RAINHA-DA-NOITE

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	122
<i>Exposição:</i> flor espiralada. Transformações de folhas e caules: cladódios, filódios, acúleos e espinhos	122
<i>Afinidades:</i> outras espécies de Cactáceas, homologias morfológicas nas Euforbiáceas e Asclepiadáceas. Valor ornamental	124
<i>Exercícios:</i> germinação da semente em areia, comparação dos cotilédones das Cactáceas com os do feijão. Observar a extensão das raízes de cactos pequenos no sertão, e em geral em zonas áridas	126

UNIDADE 21

A BATATA-DOCE

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	127
<i>Exposição:</i> flor, flôres simpétalas e coripétalas, tipos de prefloração. Plantas rastejantes e trepadeiras. Tubérculos e rizomas	127
<i>Afinidades:</i> outras espécies de Convolvuláceas	128
<i>Exercícios:</i> extração da antociana e da clorofila da flor. Respiração da folha do gramofone (<i>Ipomoea purpurea</i>). Observação microscópica do amilo	129

UNIDADE 22

A BÓCA-DE-LEÃO

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	132
<i>Exposição:</i> flor personada, cápsula poricida	132
<i>Afinidades:</i> outras espécies de Escrofulariáceas	134
<i>Exercícios:</i> extração de antoflavinas das pétalas amarelas. Análise da flor. Observação do lenho no caule	134

UNIDADE 23

O FUMO

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	135
<i>Exposição:</i> flor rotada. Inflorescências cimosas. Ramificação extra-axilar. Nicotina e outros alcalóides. Cultura e importância comercial do fumo	135
<i>Afinidades:</i> outras Solanáceas nativas ou cultivadas no Brasil; suas utilidades	137
<i>Exercícios:</i> examinar quais as partes utilizadas nas principais Solanáceas do Brasil, citar seus principais princípios ativos, medicinais, nutritivos, etc.	139

UNIDADE 24

O JACARANDA

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	140
<i>Exposição:</i> flor, estames e estaminódios. Siliqua com sementes aladas. Folhas compostas. Estrutura anatômica dum caule arbóreo. Crescimento em espessura	140
<i>Afinidades:</i> outras espécies de Bignoniáceas. Conceito de Tubifloras	144
<i>Exercícios:</i> enumerar e colecionar amostras das principais madeiras de lei da região. Introdução à anatomia da madeira	145

UNIDADE 25

O CAFÉZEIRO

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	148
<i>Exposição:</i> flor e fruto. Folhas: estípulas interpedicelares, acarantomácias. Cultivo e colheita. Importância econômica	148
<i>Afinidades:</i> outras espécies de Rubiáceas e Rubiales. Alcalóides e utilidades gerais	152
<i>Exercícios:</i> colecionar Rubiáceas nativas e cultivadas, examinar e desenhá-las os diversos tipos de estípulas interpedicelares encontrados	154

UNIDADE 26

A ABÓBORA

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	155
<i>Exposição:</i> flor. Fruto, semente. Fôlha e gavinhas	155
<i>Afinidades:</i> outras espécies de Cucurbitáceas, suas utilidades	158
<i>Exercícios:</i> observação microscópica dos tubos crivados no caule do chuchu. Análise das flôres masculinas e femininas da abóbora ..	159

UNIDADE 27

O GIRASSOL

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	160
<i>Exposição:</i> Pseudoflor e inflorescência. Capítulo. Flôres radiadas e laterais. Distribuição dos sexos nas flôres. Aquênio e suas formas	160
<i>Afinidades:</i> outras Compostas nativas e cultivadas do Brasil, suas propriedades e utilidades	163
<i>Exercícios:</i> examinar a distribuição dos sexos nos capítulos florais de Compostas. Tipos de aquênios das mesmas, relação entre a estrutura do aquênio e o agente de disseminação (vento, animais)	164

UNIDADE 28

O PINHEIRO DO PARANÁ

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	166
<i>Exposição:</i> flor e semente. Estudo comparativo da polinização e fecundação nas Gimnospermas e Angiospermas. Noções de silvicultura. Importância das matas e das árvores	166
<i>Afinidades:</i> outras Coníferas e suas utilidades	172
<i>Exercícios:</i> estudo microscópico anatômico do embrião e da semente. Cultivo. Comparação macroscópica e microscópica da madeira de pinheiros e de Dicotiledôneos arbórescentes	173

UNIDADE 29

A PALMA-DE-RAMOS

<i>Material:</i> como obtê-lo e usá-lo	175
<i>Exposição:</i> fôlhas nutridoras e reprodutoras. Função da abertura do óvulo e do pistilo. Estudo comparativo entre Cicadáceas e Palmeiras	175
<i>Afinidades:</i> outras Cicadáceas e formas fósseis afins	177
<i>Exercícios:</i> estudo comparativo dum carpelo de ervilha e dum de Palmeira Santa	179

UNIDADE 30

PLANTAS COM EMBRIÃO EM SEMENTES

(Espermatófitas)

Resumo síntese dos conhecimentos morfológicos, anatômicos, ecológicos e fisiológicos adquiridos. Funções de reprodução plantas com sementes	180
---	-----

Quadro sinóptico do sistema com rápida exposição dos caracteres gerais e diferenciais baseado nas exemplificações anteriores. Nomenclatura binária	185
--	-----

SEGUNDA PARTE

PLANTAS COM EMBRIÃO NÃO EM SEMENTES

(Arquegoniadas)

APRESENTAÇÃO	187
--------------------	-----

UNIDADE 31

A AVENCA

<i>Material</i> : como obtê-lo e usá-lo	189
<i>Exposição</i> : Ciclo reprodutivo. Alternância das gerações. Esporos e esporângios. Prótalos	189
<i>Afinidades</i> : outras Filicíneas, suas características gerais	192
<i>Exercícios</i> : cultivo duma avenca em xaxim	194

UNIDADE 32

O RABO-DE-LAGARTO

<i>Material</i> : como obtê-lo e usá-lo	196
<i>Exposição</i> : ciclo reprodutivo e características vegetativas	196
<i>Afinidades</i> : Formas recentes e fósseis afins	199
<i>Exercícios</i> : análise da espiga de folhas reprodutoras	199

UNIDADE 33

O LICOPÓDIO

<i>Material</i> : como obtê-lo e usá-lo	200
<i>Exposição</i> : ciclo evolutivo e características vegetativas	200
<i>Afinidades</i> : formas afins recentes e fósseis	202
<i>Exercícios</i> : análise da estrutura das folhas nutridoras e reprodutoras	204

UNIDADE 34

O MUSGO MIMOSO

<i>Material</i> : como obtê-lo e usá-lo	205
<i>Exposição</i> : análise morfológica e ciclo reprodutivo. Esporogônio, esporos, protonema	205
<i>Afinidades</i> : formas afins. Ecologia	208
<i>Exercícios</i> : exame macroscópico e com lupa dum esporogônio	209

UNIDADE 35

A HEPÁTICA

<i>Material</i> : como obtê-lo e usá-lo	210
<i>Exposição</i> : análise morfológica e ciclo reprodutivo. As câmaras de assimilação e a adaptação à vida terrestre	210
<i>Afinidades</i> : formas afins	212
<i>Exercícios</i> : exame macroscópico do talo	213

UNIDADE 36

PLANTAS COM EMBRIÃO NÃO EM SEMENTE

(Arquegoniadas)

Resumo	215
Alternância das gerações. Interpretação retrospectiva da reprodução das Espermatófitas	216
Noções filogenéticas	217

TERCEIRA PARTE

PLANTAS SEM EMBRIÃO

(Talófitas)

APRESENTAÇÃO — Conceito de talo e cormo	218
---	-----

UNIDADE 37

ALGAS

Noções de morfologia e reprodução de:	219
a) Nitella — algas-em-candelabro	219
b) Oedogonium e Vaucheria — algas verdes propriamente ditas	220
c) Spirogyra — algas conjugadas	225
d) Navicula — algas silicosas	226
e) Oscillatoria — algas azuis	228
f) Distribuição das algas verdes, pardas e vermelhas nos Oceanos. Alguns exemplos	228

UNIDADE 38

FUNGOS

Noções de morfologia e reprodução de:	231
a) Saprolegnia	231
b) Mucor	232
c) Penicillium	234
d) Agaricus	234
e) Importância biológica dos fungos, antibióticos. Outras utilidades	235

UNIDADE 39

LIQUENS

a) Estrutura e gênese	237
b) Importância biológica	237
c) Utilidades	238

UNIDADE 40

BACTÉRIAS

a) Morfologia geral. Noções de reprodução e cultura. Importância biológica	240
b) Bactérias patogênicas	241
c) Bactérias apatogênicas	242

UNIDADE 41

VÍRUS

Estudo sumário	243
----------------------	-----

UNIDADE 42

PLANTAS SEM EMBRIÃO

(Talófitas)

Resumo:	245
Sinopse sistemática baseada nos exemplos anteriores	246

QUARTA PARTE

BOTÂNICA GERAL

APRESENTAÇÃO	248
--------------------	-----

UNIDADE 43

A CÉLULA E OS TECIDOS

a) Noções de citologia. Estrutura e multiplicação da célula vegetal. Respiração celular	249
b) Absorção e condução. Os cloroplastos e a fotossíntese	253
c) Tecidos de crescimento, de nutrição, de condução, esquelético e tegumentares	256

UNIDADE 44

OS ÓRGÃOS DA PLANTA E SUAS FUNÇÕES

A raiz: morfologia, estrutura, funções, simbioses	360
O caule: morfologia e estrutura em diversos grupos do reino vegetal. Função. Determinação da idade das árvores. Madeira.	
A fôlha: morfologia e estrutura, experiências anatômicas e fisiológicas. Modificações relacionadas com a função e com as condições ecológicas das plantas	265

UNIDADE 45

A REPRODUÇÃO DOS VEGETAIS

Reprodução assexuada	268
Reprodução sexuada	271
Biologia floral relacionada com tipos de polinizadores. Disseminação de sementes, etc.	272

UNIDADE 46

PLANTAS ÚTEIS

a) Cereais e outras plantas alimentícias	279
b) Óleos e gorduras vegetais	281
c) Frutas	283
d) Condimentos e bebidas	284
e) Fibras têxteis	286
f) Látex e resinas	288
g) Madeiras de lei	291
h) Plantas medicinais	292
i) Plantas forrageiras	294

PEQUENO VOCABULÁRIO	296
---------------------------	-----

ÍNDICE REMISSIVO	299
------------------------	-----

PREFÁCIO

DA 1.^a EDIÇÃO

Não temos dúvidas de que neste Manual foi adotada a melhor orientação para a aprendizagem botânica — despertar de início o interesse para a separação das plantas em seus grandes grupos. Para isso, ir treinando a observação do aprendiz no indispensável de morfologia, relacionando-a imediatamente com o grupo de plantas semelhantes e com a função ou adaptação que o detalhe da forma sugerir.

Essa tentativa de classificação dos grandes grupos não pode sofrer ressalvas, pois nada tem a ver com a investigação de sistemática feita pelos especialistas. Pelo contrário, é norma sadia, porque de fato reduz inicialmente a grande massa de vegetais a grupos mais homogêneos, dando ao estudante a sensação estimulante de certo domínio sobre o mundo dos vegetais.

O Manual prima pela simplicidade da linguagem, tendo sido os termos especializados reduzidos ao indispensável. Louvamos o autor por haver ajustado com a Comissão a uniformização de inúmeros termos, como pedicelo para substituir pedúnculo, funículo, ginóforo, pecíolo, etc; gametângio para quaisquer elementos formadores de gametas, e muitos outros.

A escolha dos exercícios foi de rara felicidade, não só pelo vivo interesse que despertará nos estudantes de irem, por si, repeti-los, como pelos conhecimentos fundamentais a que a sua observação forçosamente os conduzirá.

Por outro lado, a riqueza das ilustrações inéditas tornaram a obra verdadeiramente atraente.

Por isso, acreditamos sinceramente que a orientação impressa aqui ao estudo da Botânica, tornando-a tão fácil e tão intimamente relacionada com as coisas com que tratamos a toda hora, será de valor decisivo na formação da personalidade dos adolescentes.

Rio de Janeiro, 28 de maio de 1958.

FRITZ DE LAURO

PREFÁCIO

DA 2.^a EDIÇÃO

Passaram-se 8 anos desde que o INEP lançou a primeira edição da presente obra. A coleção, da qual fazia parte, pretendia doar ao Brasil obras didáticas de sadia orientação pedagógica e, para poder contemplar tôdas as facêtas da obra educacional, bem como, para equipar um maior número de disciplinas com livros que possam servir de exemplo, preferiu custear as 1.^{as} edições, sòmente, deixando ao cargo dos autores as subseqüentes eventuais.

A primeira edição foi esgotada em poucos meses e o autor instado por numerosos colegas para providenciar numa 2.^a. Transmitindo êstes pedidos aos chefes da Editôra Globo, que tão bem soube aperfeiçoar outros livros do mesmo autor (Estudo Prático da Botânica Geral e Introdução ao Estudo da Botânica Sistemática) em edições sucessivas, esta aceitou a incumbência de sua realização. Agradeço a confiança implícita dos Editôres e faço votos que a nova edição continue dando ao professor os subsídios didáticos tão necessários.

Remontando ao ano 1958, resta-me saldar uma dívida de gratidão ao INEP e seus dirigentes e às minhas colaboradoras indispensáveis, licenciadas em História Natural, Flávia Torgo e Olga de Ávila Pereira, cujas contribuições foram mantidas.

Pôrto Alegre — Novembro 1966.

ALARICH R. SCHULTZ

INTRODUÇÃO

O verde do tapête que recobre a maior parte dos continentes e o das algas que povoam os oceanos imensos são símbolo de fartura e garantia da continuidade da vida no planêta.

O mágico pigmento, acionado pela energia solar, vive transformando água e gás carbônico em amilo e açúcar, ponto de partida para as mais complexas sínteses orgânicas.

A fotossíntese é, assim, a mais importante reação química que se conhece, porque capta e conserva a energia do Sol, para ser gasta pelos habitantes da Terra.

A nutrição de todos os sêres vivos depende dessa reação. E de fato, todos os vegetais desprovidos de clorofila e os animais nutrem-se direta ou indiretamente dos produtos dos vegetais clorofilados.

Mas, além de confeccionar os alimentos, verdadeiros comprimidos de Sol, a fotossíntese garante o fornecimento de oxigênio ao ar atmosférico, sem o que não se processariam as reações de oxidação, que liberam a energia solar sob a forma de vida.

* * *

Fora do plano biológico, são inúmeras as relações diretas existentes entre a vida humana e a dos vegetais, tais como o fornecimento de matéria-prima, dos milagrosos antibióticos, da proteção do solo pelas florestas contra a esterilidade e da sua decisiva influência no regime das águas.

E não somente os aspectos materiais justificam o interêsse pela Botânica, pois humildes e poderosos gozam em comum o prazer estético das plantas ornamentais. Os poetas inspiram-se nos encantos da natureza verde e nos ensinam a amar a Pátria cantando: "Nossa terra tem palmeiras, nossos bosques têm mais flôres..."

Estudemos, pois, com carinho a nossa magnífica flora, reconhecida por todos como uma das mais ricas do mundo. Orientemos as crianças desde os primeiros passos para jardins de infância, onde possam de fato viver mais em jardins, no doce convívio das árvores e das flôres.

E, sabido que só se pode amar o que se conhece, ensinemos a crianças e a adultos, pela vida afora e sob qualquer pretexto, a compreender cada vez mais a natureza que nos rodeia, para poderem verdadeiramente amá-la e possuí-la.

CLASSIFICAÇÃO DOS VEGETAIS

Quem contempla um bosque, parque ou jardim, acha à primeira vista que o mundo dos vegetais é uma coisa insondável, tanto mais quando reflete que também são vegetais a maioria dos seres que pululam nos mares e dos microrganismos responsáveis pelas enfermidades.

Mas tudo é uma questão de arrumação.

O critério para essa arrumação será o de maior semelhança quanto à forma, quanto ao modo de vida e o teor em princípios medicinais ou em substâncias de reserva.

É compreensível que plantas portadoras de determinadas substâncias apresentem aspecto semelhante. Assim como a sílica geralmente se apresenta na natureza sob a forma de prismas hexaédricos, o amilo forma-se com abundância nas sementes das gramíneas e leguminosas.

A classificação das plantas visa, pois, a simplificar o seu estudo: observado que um pé de milho possui raízes ramificadas, caule côlmo, fôlhas com longas lâminas e providas de bainha, e sementes ricas em amilo, facilmente descobrimos seu parentesco com o trigo, arroz, cevada, centeio, aveia, alpiste, cana, capim, bambu e outros milhares de espécies da família das gramíneas, que na verdade constitui a base da alimentação do homem e do gado.

Ao observar uma goiaba, um jambo ou araçá, sem querer a gente se lembra da pitanga, jaboticaba, eucalipto, porque tôdas são aromáticas, o caule desprende continuamente a casca, as florezinhas são parecidas, o cálice permanece no ápice do fruto, e o mais importante, são plantas em regra comestíveis ou que fornecem princípios aromáticos.

Quem já não desconfiou que o agrião, o rabanete, a couve, o repôlho, a mostarda e o nabo são da mesma família? Suas flôres possuem 4 pétalas em cruz, e dos 6 estames, 4 são maiores, e são tôdas plantas ardidadas devido ao seu elevado teor em nitrogênio e enxôfre.

Arrumemos, pois, os nossos vegetais. Inicialmente em três grandes grupos:

SEM EMBRIÃO:

os formados de simples talo, sem órgãos vegetativos especializados e que vivem de preferência na água ou às custas de outros seres, comportando 3 grupos menores:

Bactérias — para os bacilos, riquétzias e vírus, causadores das principais doenças e utilíssimos agentes de fermentações e processos químicos relacionados com o ciclo do nitrogênio;

Fungos — para as plantas esbranquiçadas, como o môfo, o chapéu-de-cobra, a orelha-de-pau, o fermento do pão e das bebidas alcoólicas, a ferrugem e o carvão dos vegetais, os liquens, etc.; e

Algas — para as plantas do mar em geral e os limos dos lugares úmidos e da água doce como p. ex. o sargaço, os flagelados verdes, espirógira, a alface-do-mar, etc.

COM EMBRIÃO NÃO EM SEMENTE:

os formados de verdadeiras ou falsas raízes, caules e folhas, que vivem fora da água, mas que dela necessitam para a reprodução, comportando 2 grupos menores:

Musgos — para essas plantinhas que atapetam os muros e lugares úmidos e parecem um veludo e para as minúsculas hepáticas das fontes; e

Samambaias — para as inúmeras samambaias propriamente ditas, as avencas, escadinhas-do-céu, licopódio, feto-macho, rabo-de-largarto, etc.

COM EMBRIÃO EM SEMENTE:

os formados, além de verdadeiras raízes, caules e folhas, de flôres e sementes, e que vivem de preferência fora da água, comportando 2 grupos:

Sem fruto — apenas para os pinheiros, o saguzinho, os ciprestes e meia dúzia mais de plantas raras; e

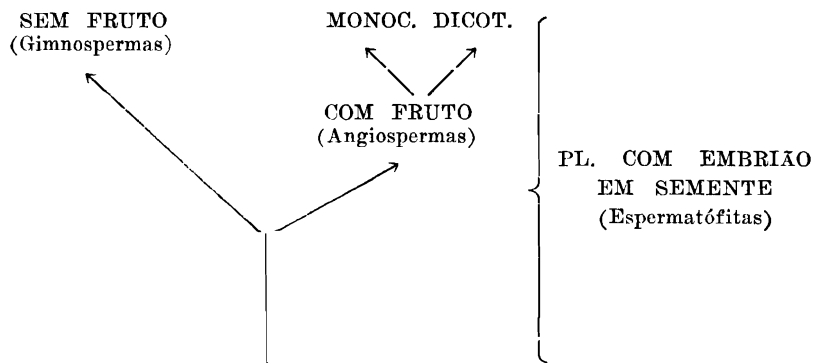
Com fruto — para a grande maioria dos vegetais, comportando 2 grandes divisões:

Monocotiledôneas — com tendência a linhas retas, quer no porte e caule, como nas folhas e suas nervuras, raízes ramificadas e flôres de 3 peças e sementes de um só cotilédone: capins, bambus, palmeiras e cereais de folhas finas, como o milho, trigo, arroz, etc.; e

Dicotiledôneas — com tendência a linhas curvas, raízes axiais, flôres de 5 peças e semente de 2 cotilédones: a maioria das árvores, arbustos, ervas e trepadeiras de folhas arredondadas.

Os vegetais primitivos viviam inteiramente imersos na água; das algas provieram os musgos e samambaias; e destas, os vegetais de sementes nuas, e por fim, os dotados de frutos.

Para dar uma idéia do aparecimento das espécies através dos tempos, costuma-se fazer o seguinte esquema, onde, numa concessão toda especial aos termos técnicos, indicaremos os essenciais ao ensino:

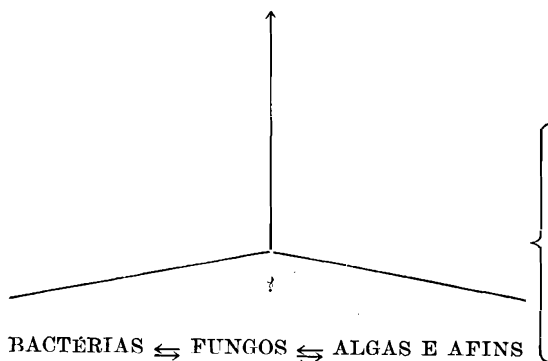


SAMAMBAIAS
(Pteridófitas)



MUSGOS
(Briófitas)

PL. COM EMBRIÃO
NÃO EM SEMENTE
(Arquegoniadas)



RECURSOS DO PROFESSOR

Além da exposição em classe, o professor deve fazer pequenos passeios, realizar excursões, e contar com um pequeno horto escolar, laboratório, herbário, etc., como se segue:

Pequenos passeios:

Pequenos passeios podem ser realizados no período de aulas ou numa parte livre do horário. Terão por destino o próprio horto escolar, um parque ou praças com vegetação e eventualmente um jardim botânico ou um parque florestal. Familiarizam o educando com as formas mais representativas da flora regional, tanto nativa, como cultivada. Servem para colher material e às vezes dão oportunidade para realizar a própria aula, ~~como na Unidade 3.~~

Excursões:

As excursões serão de duração maior, mais longas e por isso menos freqüentes. Para tornar mais fácil a sua adoção no plano escolar, podem ser planejadas em colaboração com outras cadeiras, tais como Zoologia, Geologia, Geografia, Educação Física, etc. O professor de Botânica as aproveitará especialmente bem. Deverá tentar implantar sua programação na vida escolar como costume pedagógico sadio e normal. Nelas, os alunos devem anotar num caderno especial (Livro de campo) as observações feitas e as explicações recebidas.

Herbário:

Os alunos mais interessados organizarão um pequeno herbário particular. A obrigatoriedade da herborização pode tornar-se tediosa. Basta secar as plantas, bem estendidas, entre folhas de jornal, usando alguns livros para prensá-las. Não há necessidade de adquirir equipamento custoso. As folhas de jornal têm de ser substituídas freqüentemente durante os primeiros dias até que as plantas estejam secas, do contrário podem apodrecer.

Serão colocadas, então, sobre papel resistente e fixadas na posição definitiva por meio de tiras de qualquer tipo de papel colante.

Cada espécime deve estar acompanhado duma etiquêta, no mínimo com as indicações seguintes: nome popular, nome científico, família, data e local da coleta, peculiaridade do solo e da vegetação. Um espécime completo deve conter: flôres, frutos, fôlhas e raízes. O material coletado pode ser transportado ao local de preparação numa sacola de matéria plástica. Nela se conserva fresco durante vários dias. Plantas carnosas devem ser tratadas com água quente ou vapor de água antes da secagem. Sem isto apodrecem. Também podem ser cortadas em fatias, como se faz com bulbos, cebolas, etc.

Frutos maiores são conservados à parte, a sêco ou num recipiente de vidro com álcool a 70% ou solução de aldeído fórmico de 4-8%. Um bom desenho ao natural ou uma fotografia suprem perfeitamente êstes tratos difíceis, para os fins que temos em vista. Não se deve pretender coleções científicas.

Hôrto escolar:

O hôrto escolar não precisa ser grande. Alguns poucos can-teiros bem aproveitados podem torná-lo muito útil. Nêles cultivamos o maior número possível das espécies citadas neste Manual. O trabalho de cultivo, orientado pelo professor, ficará a cargo de grupos de alunos que mostrem vocação para isso. A observação direta do desenvolvimento de um vegetal, da sementeira até ao florescimento, despertará naturalmente a atenção dos menos interessados.

Laboratório:

A instalação do laboratório depende dos recursos financeiros. Os grandes educandários europeus e norte-americanos proporcionam aos alunos equipamento individual. Vamos descrever o equipamento mínimo para um grupo de estudo e as técnicas principais para o seu uso. Como não excedem às exigências para concessão da inspeção federal, não há desculpas para sua falta em qualquer estabelecimento de ensino secundário. Desde que o professor disponha de um microscópio, duma lupa, da pouca vidraria, dos reagentes e dos pequenos instrumentos abaixo citados, estará apto para dar um curso prático e objetivo de Botânica.

Reagentes:

Indicamos aqui um conjunto pouco dispendioso e suficiente para executar a maioria dos trabalhos planejados:

- 50 cm³ de glicerina concentrada pura
- 50 cm³ de glicerina com água 1 : 1

- 50 cm³ de álcool retificado
- Solução de cloral-hidratado: 25 g de cloral-hidratado em 10 cm³ de água destilada.
- Lugol ou solução de iodeto de potássio iodado: iôdo ressublimado 2 g, iodeto de potássio 1 g, diluído em 200 cm³ de água destilada.
- Solução de floroglicina: 1 g de floroglicina (C₆H₃ (OH)₃) em 8 cm³ de álcool absoluto.
- 50 cm³ de ácido clorídrico concentrado, puro.
- Sudan III em glicerina: 0,1 g de Sudan III, 5 cm³ de álcool 96%, 5 cm³ de glicerina concentrada.
- Cloreto de zinco iodado: 30 g de cloreto de zinco, 5 g de iodeto de potássio, 0,89 g de iôdo em 14 cm³ de água destilada.

O emprêgo dêstes reagentes será indicado nos casos especiais. Trata-se de fórmulas segundo Artur Meier e que durante longos anos foram experimentadas nas cadeiras de Botânica e de Farmacognosia Microscópica da Universidade de Marburg (Alemanha) e de muitos outros lugares, como p. ex. na Faculdade de Filosofia da Universidade do Rio Grande do Sul.

Precisamos ainda de alguns copos de Becher de diversos tamanhos, dumas provetas graduadas, de tubos de ensaio, um suporte para tubos de ensaio, 2 pinças (de preferência pontiagudas e de aço inoxidável), lâminas e lamínulas para o microscópio, uma pequena lamparina de álcool (dispensável onde existir gás), uma navalha de afiação bicôncava, um assentador para a mesma, as drogas necessárias para a preparação de meios de cultura e material normal de desenho. A existência de um aquário é desejável.

Microscópio:

O *microscópio* deve ser produto duma fábrica conceituada, como Zeiss, Leitz, Wild, Reichertz, Busch, Bauch & Lomb, Spencer, etc., pois da qualidade das lentes depende o êxito dos trabalhos. É inútil comprar um microscópio de qualidade medíocre, mesmo que o preço seja bastante convidativo. A única economia indicada está na escolha do tipo. Pode-se começar com um “microscópio de estudante”, de estativa grande, inclinável, e platina quadrada, fixa, munido de canhão móvel pelos parafusos macro e micrométricos e com revólver triplo. Bastam duas oculares com 5x ou 10x de aumento, e duas objetivas, com 8-10 e cêrca de 40x de ampliação própria, e um condensador “Abbé” com íris e espelho plano e côncavo. Oportunamente o instrumento pode ser completado por um carro para mo-

vimentar a lâmina (chariot) e por lentes adicionais, como uma objetiva de imersão de 1/12, que servirá para tôdas as finalidades (fig. 1).

A parte mais importante do microscópio é a óptica. Consta do condensador com espelho, da objetiva e da ocular. O espelho e o condensador ficam abaixo da platina que recebe a lâmina com o objeto a ser examinado. A luz refletida pelo espelho passa através do sistema de lentes do condensador que a transforma num feixe estreito, aumentando assim sua intensidade. Convém colocar o espelho de tal maneira que produza através do condensador a máxima luminosidade possível em todo campo visual. Assim garante boa iluminação do objeto. A intensidade conveniente da luz deve ser regulada por abertura ou fechamento do diafragma íris, nunca pela posição do espelho. Uma modificação da posição do espelho acarretaria iluminação oblíqua ao eixo óptico do microscópio, prejudicando sua resolução.

Em cima da platina, fixo ao revólver, na extremidade inferior do canhão, fica um sistema de lentes convergentes, denominado objetiva, por estar próximo ao objeto colocado na lâmina. A objetiva produz uma imagem real, invertida e aumentada no interior do canhão. No revólver, peça móvel e redonda, encontram-se várias objetivas de ampliação diferentes, substituíveis mediante simples movimento de rotação. Nos bons microscópios a troca de objetivas não desloca o objeto do centro do campo de observação, nem desfaz a focalização.

A extremidade superior do canhão suporta outro sistema de lentes denominado ocular, pois fica próximo ao olho do observador.

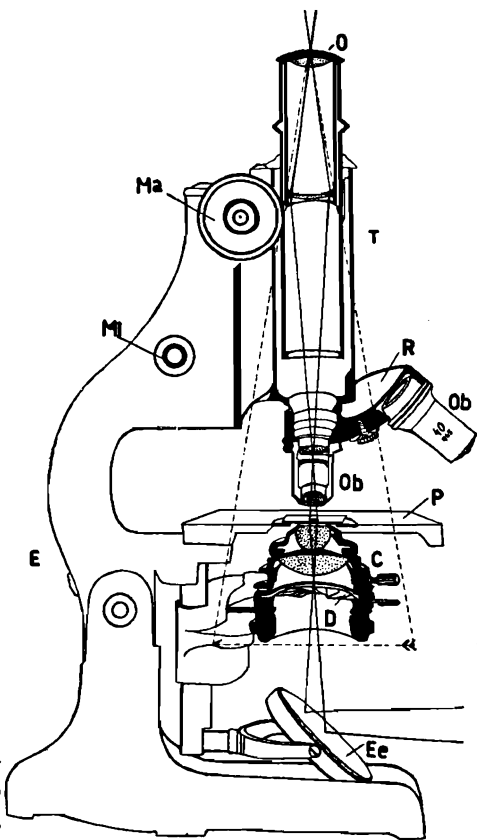


FIG. 1. Esquema dum microscópio: C — condensador; D — diafragma "íris"; E — estativa; Ee — espelho; Ma — macrômetro; Mi — micrômetro; O — ocular; Ob — objetiva; P — platina; R — revólver; T — tubo ou canhão.

A ocular funciona à maneira de lupa. Produz uma imagem virtual aumentada e não invertida, da imagem real formada pela objetiva. É fácil entender que a ampliação total do microscópio deve ser igual ao aumento próprio da objetiva multiplicado pelo aumento próprio da ocular. As direções, em relação ao objeto examinado, encontram-se invertidas, como nos espelhos.

A focalização do microscópio, como a dum aparelho fotográfico, depende da distância entre objeto e objetiva. É regulada por aproximação ou afastamento do canhão cujo movimento é controlado pelos parafusos macrométrico e micrométrico. O macrômetro serve para o enfoque geral, e o micrômetro para o de precisão. A abertura relativa (luminosidade) das lentes microscópicas é bastante grande e, em virtude disto, a profundidade de campo muito pequena, tanto menor quanto maior o aumento. (Compare o funcionamento duma câmara fotográfica com lente poderosa.) Em consequência disto, podemos observar do objeto em exame, com determinada focalização, somente, um plano equidistante da objetiva (corte óptico). As partes acima e abaixo deste plano devem ser observadas com outra graduação do micrômetro. O aspecto real do objeto deve ser reconstituído pelo raciocínio do observador, concatenando observações subseqüentes. Por isso, o micrômetro é uma das partes mais importantes do microscópio. Seu manejo evidencia a perícia do pesquisador.

Nos microscópios de desenho moderno o micrômetro e o macrômetro costumam ser montados num mesmo eixo geral e não separados como no nosso esquema.

Para evitar cansaço desnecessário no trabalho microscópico prolongado, é conveniente acostumar-se desde o início a observar com ambos os olhos abertos. O principiante encontra nisto alguma dificuldade, facilmente vencida tapando de leve a outra vista com a mão côncava e sem exercer pressão. O fechamento de um dos olhos ou pressão sobre o mesmo acarreta para o outro efeitos fisiológicos prejudiciais ao trabalho: faíscas, etc.

Preparo do material a ser observado no microscópio:

Antes de submeter um objeto ao exame microscópico, deve-se prepará-lo convenientemente. Se fôr bastante delicado e de pouca espessura (aproximadamente 0,2 mm) pode ser colocado diretamente entre lâmina e lamínula, num líquido de inclusão adequado. De acôrdo com a natureza do objeto, usamos os seguintes meios de inclusão: água, glicerina concentrada, glicerina com água 1 : 1, solução de cloral-hidratado, álcool, óleo. (Séries microtomizadas e lâminas de duração constituem assunto à parte.) A lâmina é um retângulo de vidro de boa transparência com 76 mm de comprimento por 26 mm de largura e cêrca de 1 mm de espessura. Existem lamínulas de diversos tamanhos. Normalmente usamo-las quadradas, com

lados de 18 mm, e espessura de 0,11 mm. O vidro das lamínulas deve ser de boa qualidade e sem falhas. Tem dupla finalidade: elimina os reflexos da superfície sempre curva das gôtas do líquido de inclusão, transformando-a em superfície plana, e evita o contato direto da lente frontal da objetiva com o líquido.

Se a espessura do objeto exceder de três camadas de células, é conveniente cortá-lo em fatias mais finas. Seguramo-lo entre dois pedaços de medula sêca de caule de girassol ou de sabugueiro. Na falta destes, servem pedaços de cenoura. A seguir, com uma navalha bicôncava bem afiada, cortamos um plano bem liso, perpendicular à superfície do objeto através da medula segundo vem indicado na fig. 2. Determinada assim a direção definitiva do corte, tiramos algumas fatias bem finas do objeto, que podem ser transportadas da navalha para o meio de inclusão na lâmina, com auxílio de um pincelzinho ou duma agulha. O dedo indicador, da mão esquerda, serve de apoio à navalha, o polegar regula a espessura do corte. A navalha deve ser molhada no líquido de inclusão escolhido para que o atrito não dilacere os finos tecidos vegetais e o ar não penetre nos poros abertos. A fatia assim preparada é coberta pela lamínula e observada ao microscópio. Caso se tenham formado pequenas bôlhas de ar, aqueça-se o objeto cautelosamente para expulsá-las. Bôlhas de ar num meio líquido, vistas em luz transparente, mostram reflexão total e aparecem escuras no microscópio, impedindo uma observação nítida.



FIG. 2. Maneira de empregar a navalha para cortar objetos destinados à observação microscópica.

PRIMEIRA PARTE

PLANTAS COM EMBRIÃO EM SEMENTES

(ESPERMATÓFITAS)

APRESENTAÇÃO

A maior parte dos vegetais dotados de órgãos que o leigo reconhece como flôres reproduz-se por sementes. No interior de cada semente existe um embrião, dotado de raízes, caules e fôlhas primitivas que originam uma nova planta completa.

Quando encontramos entre muitos vegetais um número maior de indivíduos com características em comum, podemos reuni-los num grupo sistemático. Denominamos *taxon* a um dêstes grupos. Os botânicos dividem o reino vegetal em grande quantidade de taxones, hieràrquicamente subordinados ou coordenados, visando com isso a facilitar a comparação e compreensão dos fenômenos fitológicos. O *taxon* fundamental é a espécie, cujo conceito é concebido de acôrdo com a genética. Reúnem-se na mesma espécie todos os indivíduos cuja prole apresente variações que não ultrapassam as encontradas entre seus ancestrais, tirados duma população natural e que por sua vez se mantêm constante.

Na prática reunimos numa mesma espécie todos os indivíduos que possuem caracteres òbviamente semelhantes. Em condições naturais geralmente não há cruzamento entre espécies.

A hierarquia dos taxones botânicos é a que segue: espécies são reunidas em gêneros; gêneros formam famílias; famílias, ordens ou séries; estas, classes, que por sua vez se agrupam em filos. O *taxon* Espermatófitas possui categoria de filo. As unidades componentes desta parte do compêndio são baseadas em espécies.

UNIDADE 1

A AÇUCENA BRANCA

(*Lilium longiflorum*)

Material:

Cada aluno deverá receber uma Açucena inteira, ou pelo menos, uma flor da mesma, com a qual acompanhará a exposição do professor. As plantas podem ser compradas numa florista a preço razoável, quando não existam no jardim escolar. A exposição deve ser feita na classe; os trabalhos práticos relacionados podem ser executados na mesma oportunidade ou posteriormente.

Exposição:

A Açucena branca (fig. 3) é uma das plantas ornamentais mais atrativas dos parques e jardins brasileiros. É tão freqüentemente cultivada que faz esquecer sua origem asiática.

Sua flor (fig. 4) é formada por 6 fôlhas brancas, 3 mais largas e 3 mais estreitas, 6 estames e um gineceu de 3 carpelos concretsidos. Todos êstes elementos são fôlhas transformadas, agrupadas em verticilos de 3 membros ao redor duma extremidade do caule, que recebe a denominação de receptáculo.

As seis fôlhas brancas constituem o envoltório floral, o perianto. Fechadas, protegem os órgãos de reprodução (estames e carpelos); abertas, atraem com suas côres e sua beleza os insetos polinizadores.

Os *estames* são formados por um fino e comprido filête (fig. 4 A ant. e f.) encimado por uma parte pesada, versátil e amarelada, denominada antera. No interior da antera forma-se um finíssimo pó amarelo, cujas unidades podem ser percebidas com lupa ou microscópio. São os *grãos de pólen*.

O *gineceu* (fig. 4 A ov. e est.) apresenta uma parte basal, engrossada, que forma o *ovário*. Um corte transversal através dêste

ovário revela ser constituído de 3 partes concrecidas, os 3 *carpelos*. No interior dêstes existem numerosos corpúsculos ovóides, os *óvulos*. Por cima do ovário eleva-se uma haste, terminada numa pequena

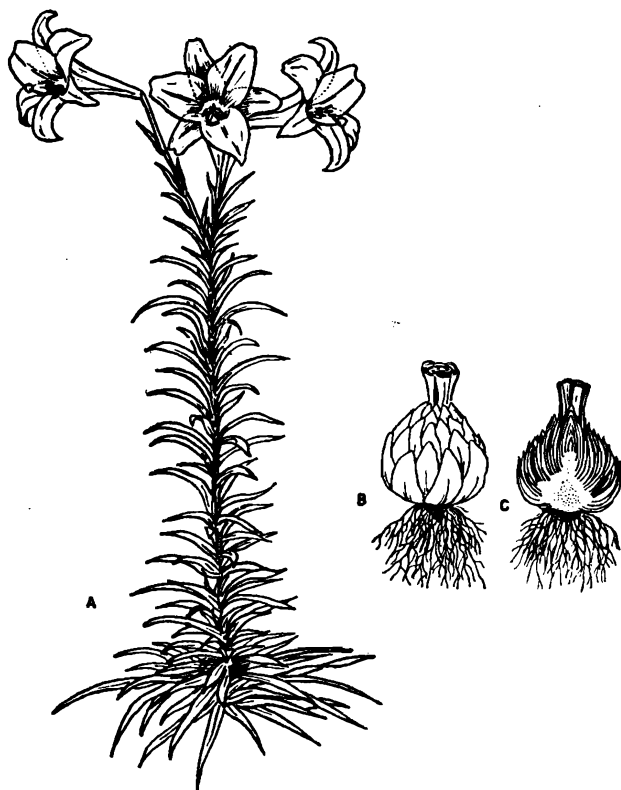


FIG. 3. Açucena branca: A — Planta inteira; B — Bulbo; C — Bulbo cortado longitudinalmente.

plataforma quase triangular. A haste chama-se *estilete* e a pequena plataforma *estigma*.

Na flor madura, as anteras se abrem e alguns grãos de pólen são levados por insetos para o estigma de outra flor. Os insetos prestam êsse serviço involuntariamente, pois são atraídos para a flor por suas côres e seu aroma, que lhes prometem néctar ou mel nutritivo produzido no fundo do perianto. O transporte do pólen da antera ao estigma (*polinização*) é essencial à reprodução da planta. No estigma começa nova fase de desenvolvimento do pólen. O pólen

germina, (fig. 4 B C) isto é, produz um tubo finíssimo e bastante comprido (*tubo polínico*) que força caminho através do estilete até o interior dos óvulos do ovário. Aqui, um dos seus gametas une-se a um gameta feminino (*oosfera*), fecundando-o (*fecundação*).

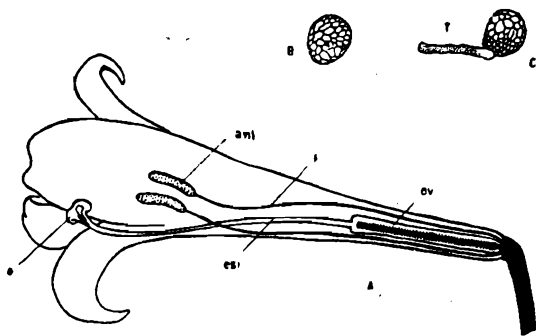


FIG. 4. Açucena branca: — A — Corte longitudinal duma flor; ant. — antera; e — estigma; est — estilete; f — filête; ov — ovário. B — Grão de pólen (100x). C — Pólen germinado; t. — tubo polínico (100x).

O óvulo transforma-se em semente. Seu embrião é procedente desta fecundação. Durante a maturação da semente murcham e caem o perianto, os estames e a parte superior do gineceu. O ovário com sementes maduras transforma-se em fruto.

Flor, fruto e semente constituem o que chamamos o *aparelho reprodutor* do vegetal; além dêste, existe o *aparelho vegetativo*, do qual parte se eleva ao ar e outra permanece na terra.

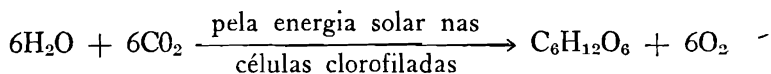
A parte aérea consta dum *caule* verde com fôlhas. Plantas com caules verdes, não lenhosos, como na Açucena, consideramos *ervas*.

No interior do caule há tubos celulares que conduzem a seiva. Por fora inserem-se fôlhas numa posição regular. Cada ponto do caule em que nasce uma fôlha é chamado *nó*. O espaço entre dois nós consecutivos é um *entrenó*. A disposição regular das fôlhas visa a sua exposição equitativa à luz do sol. São funções do caule sustentar as fôlhas, estendê-las ao sol e conduzir a seiva.

As fôlhas são verdes, simples, lineares e se inserem no caule sem órgãos de transição (fôlhas sésseis). A coloração verde das fôlhas como de outros órgãos é devido à clorofila, pigmento que realiza a fotossíntese.

Fotossíntese é a elaboração de carboidratos a partir de água e de gás carbônico. A luz solar captada pela planta serve como fonte de energia.

O processo todo pode ser sumariado pela fórmula seguinte:



A água provém do solo. A planta absorve-a por suas raízes e a conduz através do caule até o interior dos tecidos foliares.

O gás carbônico provém do ar e entra na fôlha através de pequenas janelinhas do tecido epidérmico, denominadas *estomas*, que em grego significa bôca, e que se abrem e fecham de acôrdo com as necessidades do vegetal (fig. 6).

Nas fôlhas, água e gás carbônico são transformados em carboidratos, que compreendem os açúcares e o amilo.

A parte subterrânea da Açucena é formada por uma *cebola* com raízes (fig. 3 B e C).

As *raízes* têm por função a fixação da planta na terra e a absorção de água. Esta contém também sais minerais, que são indispensáveis à transformação dos carboidratos no quase indefinido número de substâncias químicas encontradas no vegetal. Estas transformações completam o fenómeno de nutrição dum vegetal.

A causa da absorção bem como da condução desta solução mineral aquosa, que constitui a *seiva supridora ou bruta*, está ligada a processos osmóticos.

A parte central da cebola é formada pelo caule, em redor do qual se dispõem várias camadas de fôlhas carnosas e esbranquiçadas (fig. 3 C).

Nelas armazenam-se as substâncias fabricadas pelas fôlhas verdes, conduzidas através do caule como seiva, composta de água com carboidratos e outras substâncias orgânicas (*seiva nutridora ou elaborada*). Frequentemente são depositadas sob a forma de corpúsculos sólidos, sendo um exemplo os grãos de amilo.

No caule há dois tipos de condutos celulares: uns, para condução da seiva supridora; outros, para a seiva nutridora.

De acôrdo com o clima da região, no inverno ou durante o período da sêca, murcham e desaparecem as partes aéreas da Açucena. Durante esta época sobrevive sòmente a cebola por baixo da terra, onde permanece dormente, isto é, em vida latente. Uma vez terminadas as condições desfavoráveis, o caule desenvolve nova planta completa. Aproveita para tanto as reservas acumuladas nas escamas da cebola.

Assim ou de maneira semelhante procedem muitos outros vegetais.

Afinidades:

Além da Açucena, existem numerosas plantas de características semelhantes e que até certo ponto poderão substituí-la na interpre-

tação desta Unidade, como, por exemplo, o *Lilium tigrinum*, de flôres vermelhas com manchas pardas e que apresenta bulbos vegetativos escuros e brilhantes, desenvolvidos na axila das fôlhas, capazes de reproduzirem o vegetal.

Diversos tipos de Alho e Cebola, ambos do gênero *Allium*, as Aloés, a Vela-de-pureza, o Espargo (respectivamente *Aloe succotrina*, *Yucca filamentosa* e *Asparagus plumosus*) também possuem organização floral igual à da Açucena, inclusive gineceu súpero. Fazem parte da família das Liliáceas. As Amarílis, as Agaves, as Piteiras e os Junquinhos (respectivamente dos gêneros *Amaryllis*, *Agave*, *Fourcroya* e *Narcissus*) diferem dela pelo gineceu ínfero; são Amarilidáceas.

Liliáceas, Amarilidáceas e Iridáceas, as últimas com 3 estames sòmente e mais algumas famílias menos comuns, formam a ordem das Liliifloras.

Exercícios:

Após a observação minuciosa da organização geral da planta, cada aluno deverá desmembrar uma flor, dispondo fôlha por fôlha em círculos correspondentes ao verticilos existentes na mesma sôbre um pedaço de cartolina. A posição relativa que tiveram na flor deve ser rigorosamente verificada e mantida.

Substituindo as fôlhas montadas por desenhos de seus cortes transversais — nos estames, os das anteras, e nos carpelos, o do ovário — obtém-se uma representação esquemática denominada *diagrama*. Êste é muito prático para a descrição e análise de estruturas florais de grupos sistemáticos. Ê fácil desenhar um diagrama e, muitas vêzes, árduo e difícil trabalho representar uma flor rigorosamente ao natural a ponto de permitir sua análise pela figura (fig. 5).

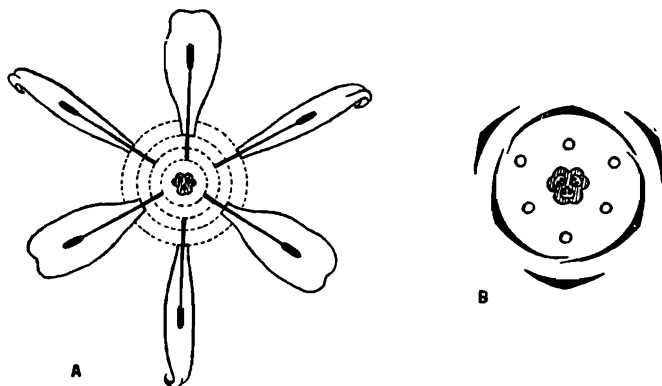


FIG. 5. Açucena branca: A — Partes da flor montadas na posição que ocupam nos verticilos florais; B — Diagrama correspondente.

Às vêzes um simples diagrama permite definir um taxon.

Para acompanhar o início da *germinação do pólen* e o desenvolvimento do tubo polínico, colocam-se alguns grãos de pólen em um pouco de água numa placa-de-Petri. A observação com lupa ou microscópio, dia após dia, mostra o progresso do fenômeno (fig. 4 C).

Da folha pode ser arrancado um pequeno pedaço da *epiderme* com canivete ou bisturi. Observado ao microscópio, em água entre lâmina e lamínula, dará uma primeira impressão de estrutura celular, vendo-se bem as células da epiderme com núcleos e as células dos estomas (fig. 6).

Cortes transversais do *caule*, feitos à navalha e tratados com floroglicina e ácido clorídrico, deixam perceber a distribuição dos elementos de condução. O reagente tinge de vermelho as paredes dos vasos supridores (lenhosos).

Comparando a estrutura da Açucena com a do Espargo-do-jardim verifica-se curiosa diferença. As partes do Espargo que parecem folhas revelam ao microscópio natureza de caule (cortar e tratar com floroglicina e HCl, como os caules da Açucena). Na sua base existem pequenas escamas caducas, que são as folhas verdadeiras.

Observamos em todos os caules ramificados que seus galhos nascem na axila duma folha, fato êste talvez relacionado com a função nutritiva da mesma.

Caules ou partes de caules, que à maneira do Espargo imitam folhas e as substituem na fotossíntese, são denominados *cladódios*.

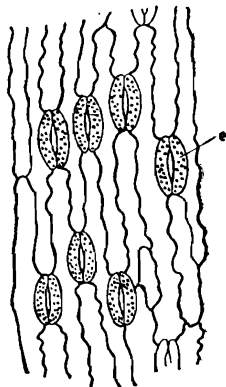


FIG. 6. Epiderme de *Lilium tigrinum*; e — estomas (50x)

PRANCHA I

LILIIFLORAE — FARINOSAE — SCITAMINEAE —
MICROSPERMAE



1



2



3



4

- LILIIFLORAE: 1. ALOÉS (*ALOE SUCCOTRINA*)
FARINOSAE: 2. AGUAPÉ (*EICHORNIA CRASSIPES*)
SCITAMINEAE: 3. ÁRVORE-DO-VIAJANTE (*RAVENALA MADAGASCARIENSIS*)
MICROSPERMAE: 4. *CATTLEYA INTERMEDIA*

UNIDADE 2

O CRAVO-DO-MATO

(*Tillandsia aeranthos*)

Material:

As plantas necessárias são facilmente encontradas durante um passeio. Este passeio permitirá ao professor uma demonstração direta de muitas características da vida epifítica.

A água eventualmente contida nos funis foliares do Cravo-do-mato e de outras Bromeliáceas deve ser coletada para investigação do seu conteúdo vivo.

Um suprimento suficiente de plantas para futuras investigações na classe deverá ser retirado dos galhos das árvores.

Exposição:

O *Cravo-do-mato* (fig. 7) ocorre com freqüência em todo território brasileiro. Vive nas árvores, prêso pelas raízes à casca dos galhos e troncos.

Sem exagerar pode-se afirmar que existe em tôdas as árvores não submetidas à limpeza por mão humana.

Plantas que vivem sôbre outras, sem sugar a sua seiva, são *epífitas*, do grego *epi* = sôbre + *phyton* = planta. As raízes do Cravo-do-mato servem quase exclusivamente para fixá-lo, pois êle cresce às vêzes até em placas de bronze, em monumentos e fios telefônicos.

Não se deve confundir epífitas com plantas *parasitas*. As parasitas vivem da seiva de seus hospedeiros.

A vida epifítica traz vantagens e desvantagens ecológicas.

Para qualquer planta é vantajosa uma posição bem iluminada, de vez que a luz é o motor da fotossíntese. As epífitas conseguem-na colocando-se sôbre os galhos, até dos mais altos gigantes das florestas. Apesar de sua pequena estatura vencem desta maneira a luta pela luz.

Fundamental desvantagem deriva da dificuldade de garantir o suprimento de água e sais minerais que as raízes, isoladas do solo, dêle não podem extrair.



FIG. 7. Cravo-do-mato com flôres e frutos.

Água e sais minerais são indispensáveis à vida, mesmo das espécies mais modestas. Sem água não há fotossíntese. Sem sais minerais não há desenvolvimento normal.

O Cravo-do-mato resolve êste problema através de suas fôlhas. Estas, simples, lineares e compridas, dotadas duma base em forma de colher, formam ao redor do caule um verdadeiro recipiente afunilado, capaz de reter boa quantidade de água da chuva ou do orvalho, e de pó. Essa água, acumulada no funil, forma uma verdadeira cultura, que permite o desenvolvimento de pequenas plantas e animais. Seus detritos, junto com a parte solúvel do pó, servem de adubo para a epífita (fonte de sais minerais). A superfície das fôlhas é áspera ao tato. É coberta de escamas em forma de mesinhas microscópicas, cujas superfícies retêm e absorvem o líquido (fig. 8). As fôlhas verdes neste caso, não sòmente exercem a fotossíntese, como também represam e absorvem a água.

A flor do Cravo-do-mato (fig. 9) possui diagrama quase igual ao da Açucena. Seu perianto apresenta dois verticilos compostos de 3 folhas cada um, distintos por sua coloração. O exterior é o *cálice*; as folhas componentes do cálice são conhecidas por *sépalas*. No Cravo-do-mato são vermelhas. Em outros vegetais costumam ser verdes. O interior é a *corola*; suas 3 folhas azuis são as *pétalas*.

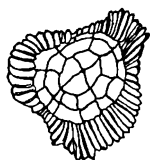


FIG. 8. Escama de absorção da epiderme da folha do Cravo-do-mato (150x)

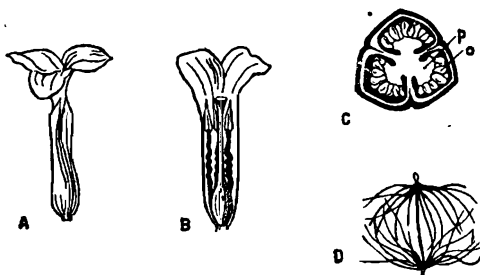


FIG. 9. Cravo-do-mato: A — Flor trímera. B — Corte longitudinal duma flor. C — Corte transversal do ovário; o — óvulo; p — placenta. D — Sementes com pêlos.

As flôres do Cravo-do-mato estão reunidas de maneira regular ao redor da parte superior do caule. Não possuem pedúnculos; são sésseis. Um grupo de flôres de disposição regular constitui uma *inflorescência*. Quando formada por flôres sésseis, como no nosso exemplo, trata-se duma *espiga*.

O fruto contém sementes dotadas de pêlos em forma dum minúsculo pára-quadras. Estas sementes são levadas ao ar por qualquer sôpro de vento. Assim alcançam galhos altos de outras plantas, nos quais podem germinar em posição suficientemente bem iluminada.

O fruto possui casca sêca pergaminácea. Abre-se por 3 valvas. Frutos secos, compostos de vários carpelos concrecidos e que se abrem por valvas, fendas ou tampas, são denominados *cápsulas*.

Afinidades:

O *Cravo-do-mato* pertence à família das *Bromeliáceas*. Sua organização vegetativa (fôlhas em roseta basal formando funil) e sua estrutura floral tornam fácil o seu reconhecimento. Para exposição do assunto desta Unidade qualquer *Bromeliácea* epifítica poderá substituir o nosso exemplo. Muitas são tão belas que estão sendo cultivadas como plantas ornamentais. Porém, nem todos os componentes da família são epifitas. Alguns vivem na terra. Entre as terrestres, reveste-se de certa importância econômica o *Ananás* (*Ananas sativus*) e sua variedade cultivada conhecida por *Abacaxi*. A *Banana-do-mato* ou *Gravatá* (*Bromelia anthiacantha*) também pertence a esta família.

Na água dos nossos rios flutuam muitas vezes enormes quantidades de *Água-pé* (*Eichhornia azurea*), da família das Pontederiáceas, cujas folhas parcialmente infladas lhes servem de flutuadores.

Na sombra dos relvados desenvolve-se a mimosa *Ondinha* (*Zebrina pendula*) da família das Comelináceas. Seus pêlos estaminais servem muito bem para observação da estrutura celular. Os membros desta última família diferem das duas anteriores pelas folhas alternas, colocadas nos nós terminais dos entrenós ocos e retilíneos.

Bromeliáceas, Pontederiáceas e Comelináceas têm em comum uma estrutura floral muito semelhante à das Lilifloras. Diferem das últimas pela consistência farinhosa do *endosperma*, substância da reserva da semente, razão pela qual os sistematistas as reúnem com mais algumas famílias na ordem das *Farinosas*.

Exercícios:

A água obtida dos funis das Bromeliáceas durante o passeio deve ser examinada no laboratório. Nela podemos encontrar: algas de cor verde, protozoários, crustáceos pequenos, larvas de mosquitos, sapos e outros animais, às vezes até plantas carnívoras (*Utriculárias*).

É conveniente observar a água procedente de diversos tipos de Bromeliáceas e que difiram pelo tamanho das folhas.

Por motivos higiênicos todas as espécies que contêm larvas de mosquitos deveriam ser eliminadas nas proximidades de habitações humanas, para evitar o perigo de constituição de focos de malária e de febre amarela.

Terminando o exame do conteúdo original, enchemos com água os funis das plantas coletadas. Depois decantamo-las para um recipiente graduado. Há plantas em que o volume do líquido retido atinge a 1 litro ou mais; em outras, é pequeno.

As *escamas de absorção* são visíveis apenas ao microscópio. Para tanto, basta arrancar um tênue pedacinho de epiderme do lado convexo da base de uma folha por meio de bisturi ou canivete. Por corte transversal da folha com uma navalha consegue-se maior precisão na observação. Porém, esta técnica requer maior habilidade. Os pedaços arrancados ou os cortes são montados em água entre lâmina e lamínula (fig. 8).

UNIDADE 3

A BANANA-IMBÉ

(*Philodendron bipinnatifidum*)

Material:

Os trabalhos relativos a esta Unidade são essencialmente de observação. Na maior parte devem ser realizados junto ao objeto.

A *Banana-imbé* ou espécies afins são cultivadas com freqüência nos jardins e parques e mesmo no interior das habitações. De maneira que não existem dificuldades para assegurar um exame direto da planta.

Convém recolher algumas inflorescências e partes de raízes para exame posterior na classe.

Exposição:

A *Banana-imbé*, também conhecida por *Cipó-imbé*, (fig. 10) chama a atenção do curioso pelo tamanho das suas grandes folhas verde-claras. Pode ser encontrada nas florestas das encostas da serra e nas matas do litoral. Normalmente é epífita, às vezes torna-se planta terrestre.

Seu *caule*, de aparência lenhosa, atinge a grossura dum braço humano e a altura de um metro ou mais. As grandes manchas claras e regulares que o revestem são cicatrizes de folhas caídas.

Fólias de plantas que vivem vários anos costumam cair depois de certo tempo, sendo substituídas por outras, ao passo que todos os *caules* perduram desde o embrião até à morte do vegetal.

As folhas da *Banana-imbé* formam uma copa magnífica na extremidade superior do caule. Cada folha atinge a mais ou menos 1 metro de comprimento. É dotada de pedicelo (23) comprido e tem as margens dupla e profundamente recortadas num desenho de pena, tendo por isso recebido o nome específico *bipinnatifidum*. Parece que

os recortes profundos das folhas, assim como as janelas da *Monstera* e de outras espécies evitam a formação duma sombra demasiadamente densa para as folhas que ficam abaixo. Também diminuem a resistência ao vento.

O problema do suprimento da água e de sais minerais é resolvido de maneira diferente da do Cravo-do-mato. Como este, também a Banana-imbé nasce no tronco de uma árvore. Passada a fase germinativa, surgem do caule raízes *adventícias* compridas que descem ao solo. Aqui rastejam até que sua ponta, revestida de *coifa* resistente, encontra um ponto vantajoso de penetração. No solo desenvolve poderosos pêlos absorventes esbranquiçados, que lembram uma escovinha. A raiz tãda engrossa cada vez mais. Pode chegar a estrangular e asfixiar a planta hospedeira. Sua casca fende-se em tiras compridas muito resistentes e flexíveis, que serviam aos indígenas de matéria-prima para fabricação das cordas de arco.

Raízes normais nascem do embrião ou são ramificações de outras raízes. As que se formam em caules ou folhas são consideradas raízes *adventícias*.



FIG. 10. Banana-imbé (*Philodendron bipinnatifidum*): es — espata; r — raiz adventícia.

Aparentemente diferente de tudo o que até agora estudamos é a *estrutura floral* da Banana-imbé. No centro da copa foliosa eleva-se um cone verde de base bojuda, com cêrca de 30 cm de altura, formado por uma folha simples, côncava e verde. Suas margens amarelas recobrem-se em quase tãda extensão, exceto na ponta, formando uma espécie de garrafa. Chamamo-la de *espata* (fig. 10 es. e 11 A es.).

No interior da espata há uma coluna carnosa, cõr de marfim, um pouco mais grossa que um polegar humano, coberta de pequenos corpúsculos, menores nos dois terços superiores da coluna, maiores no inferior. Tais corpúsculos, examinados com a lupa, revelam sua

natureza de flôres primitivas, unissexuadas, desprovidas de perianto. Os superiores, são simples grupos de estames (fig. 11 B e D); são *flôres masculinas*. Os inferiores são formados por carpelos (fig. 11 B e C), são *flôres femininas*. A coluna coberta de flôres é uma inflorescência comparável a uma espiga, com o eixo principal engrossado e carnoso. Uma espiga de flôres unissexuadas com eixo grosso e carnoso é uma *espadice*.

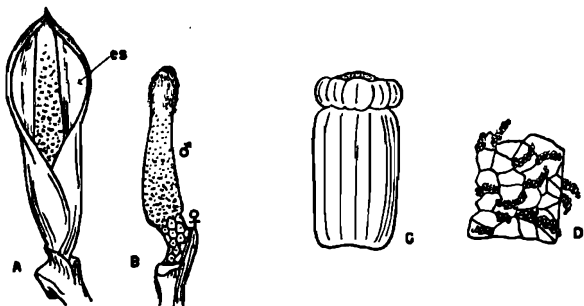


FIG. 11. Banana-imbé: A — Inflorescência completa; es — espata. B — Espadice sem espata: em cima (♂), flôres masculinas; em baixo (♀), flôres femininas. C — Flor feminina. D — Flôres masculinas.

Relembramos que cada *ramificação dum caule* nasce na axila duma fôlha. *Flôres* são extremidades de caules rodeadas de fôlhas especiais (pétalas, sépalas, estames e carpelos). Inflorescências são grupos regulares de ramificações de caules, que terminam em flôres. A espata é a fôlha em cuja axila nasce a espadice. Fôlhas de tipo diferente das demais e próximas a flôres ou a inflorescências são *brácteas*. A espata é uma bráctea.

A estrutura estranha do aparelho floral da Banana-imbé é maravilhosamente adaptada aos seus fins reprodutivos. A espadice nova exala um perfume acre, algo parecido com o da canela. Atrai os besouros polinizadores. Os insetos descem da ponta da espadice até à zona das flôres femininas. Ao passarem sôbre as flôres masculinas cobrem-se de pólen. Flôres alongadas e pêlos rígidos, existentes entre a zona masculina e feminina, impedem sua volta. Ficam presos enquanto não fôr executado o trabalho de polinização. Mais tarde, desaparecem os obstáculos à sua saída. Durante seu cativeiro a planta recompensa os besouros com farta alimentação, e até aquece a panelinha basal da espata o suficiente para protegê-los contra o frio das noites primaveris e para intensificar a velocidade de suas corridas, nas quais descarregam o pólen sôbre os estigmas das flôres femininas. Depois desprende-se a parte superior da espadice e as flôres femininas transformam-se em frutinhas comestíveis, com sabor

semelhante ao do abacaxi. Pássaros, outros animais e o homem comendo-os encarregam-se da disseminação das sementes.

Outras espécies, polinizadas por môscas, exalam durante a floração um cheiro repulsivo. Após a maturação do fruto, podem tornar-se saborosos e aromáticos.

Afinidades:

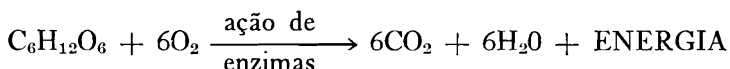
Há muitas plantas silvestres e cultivadas dotadas de fôlhas grandes, ornamentais e de espadices mais ou menos escondidas numa espata verde ou colorida. Tal estrutura caracteriza a família das *Aráceas*, que pertence à ordem *Espatífloras*.

São bem conhecidos os alvos Copos-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*) com suas espatas brancas e espadices amarelas; os *Tinhorões* (*Caladium bicolor* e outras espécies) de fôlhas pintadas; o *Inhame* (*Alocasia macrorrhiza* e outras esp.) com rizomas nutritivos; o *Antúrio* (*Anthurium scherzerianum*) com lindas espatas e espadices vermelhas, róseas ou brancas. Nelas a espata é mais ou menos plana e a espadice eleva-se como uma cauda acima e além da mesma. Antúrio vem do grego *antos* = flor + *uros* = cauda. Outros exemplos fornecem as *Aningas* (*Dieffenbachia* spp.), em geral trepadeiras com fôlhas multicores, muito ornamentais porém venenosas, e o flutuante *Repólho-d'água* (*Pistia strathiotes*). O bellissimo *Copo-de-leite-amarelo* (*Zantedeschia elliotana*) é cultivado nos nossos jardins como raridade.

Exercícios:

Encostando um dedo na base duma espata, pode-se sentir leve calor. Por isso essa base é denominada de *termóforo*, especialmente quando abaulado, à maneira duma chaleira. Introduzindo um termômetro no interior do termóforo, constata-se temperaturas que atingem 15 a 18° C acima da do ambiente. Isso deve ser feito em vários exemplares e eventualmente em espécies diferentes.

É oportuno mencionar que a elevação da temperatura provém da energia fornecida pela *respiração celular*. A respiração celular, indispensável e única fonte de energia para as manifestações vitais de tôdas as plantas e de todos os animais, consiste na combustão lenta de matéria orgânica. Aplicando êste conceito aos carboidratos, a respiração pode ser expressa pela fórmula seguinte:



Nesta fórmula a fotossíntese parece ser antagônica à respiração, o que está certo para os carboidratos.

Tôdas as células vivas respiram continuamente. O que varia é sòmente a intensidade do fenômeno. A continuidade da respiração é princípio característico da própria vida. A fotossíntese pode mascará-la temporariamente, gastando todo o CO_2 produzido e fornecendo oxigênio em quantidade maior do que o necessário à respiração.

A casca das raízes contém feixes fibrosos, compridos, resistentes e flexíveis.

Lascas destacadas da mesma, após rápida fervura em água, podem ser torcidas, umas ao redor das outras. Formarão cordas resistentes como as utilizadas por algumas tribos de índios na confecção de arcos.

Também é interessante arrancar pontas de raízes vivas do solo, para mostrar a coifa, a zona lisa e a zona pilífera, que são bem visíveis.

UNIDADE 4

O COQUEIRO-DA-BAHIA

(*Cocos nucifera*)

Material:

Os professôres das escolas situadas em localidades do litoral tropical do Brasil não terão dificuldade alguma em demonstrar diretamente todos os assuntos aqui discutidos. No interior e no sul do nosso País, pelo menos alguns frutos poderão ser adquiridos no mercado local.

As demais observações que deveriam ser feitas no Coqueiro vivo poderão ser realizadas em outras espécies de palmeiras, como, por ex., no *Jerivá* (*Cocos romanzoffiana*).

Exposição:

Nas praias marítimas arenosas, bem como muitos km terra adentro das ilhas e dos continentes, através dos trópicos de todo o Globo, encontram-se numerosos coqueirais plantados ou nativos. A silhuêta elegante dos magníficos Coqueiros encanta os turistas e é para muitos, símbolo da própria beleza e exuberância dessas regiões. Sua grande utilidade enriquece os seus proprietários e sustenta os habitantes locais. Como veremos adiante, existem interessantes relações entre a estrutura do fruto do Coqueiro e a sua distribuição próxima ao mar.

O Coqueiro é árvore dotada de *caule* alto, lenhoso, sem ramificações. Sua grossura mantém-se mais ou menos constante, mesmo quando sua altura aumenta.

Um caule lenhoso que normalmente não se ramifica é chamado *estipe*.

No alto do estipe balanceia a copa de enormes fôlhas penadas. Entre a copa foliosa propriamente dita e o caule existe uma zona cilíndrica, verde, aparentemente distinta, formada pelas bainhas das mesmas. Além desta, cada fôlha é composta por um longo pedicelo e uma lâmina de 200 a 500 pínulas verde-escuras, rijas e coriáceas.

O pedicelo (23) lembra, pela concavidade da sua seção transversal, a estrutura das bainhas encontradas em folhas de outras plantas. Sua parte basal não deixa dúvida quanto a essa semelhança. O botão foliar parece uma bengala. Nêle, a lâmina (12) é inteira e as pínulas são plicadas e comprimidas, como as varetas dum leque fechado. Ao desabrochar, estendem-se e, cedendo às forças resultantes do crescimento e à pressão do vento, rasgam seguindo padrões pré-determinados pela natureza. A folha originariamente simples transforma-se assim no que chamamos uma *folha composta penada*.

Caules e folhas do Coqueiro são utilizados na construção de choupanas primitivas. As últimas, em época de seca, servem de recurso para a alimentação do gado. A madeira de caule velho resiste bem à ação da água do mar e é bastante dura e resistente. Por isso, é também empregada para pilastras dos cais, e até para confecção de pequenos móveis.

As raízes formam densa rede ao redor do caule. São muito numerosas. Seu comprimento depende do solo. Quanto mais arenoso mais compridas se tornam. Sua profundidade depende da água; nunca penetram além do seu nível mais alto no subsolo.

Entre o cilindro verde e a parte lenhosa do caule nascem folhas simples, naviculares e lenhosas, com comprimento superior a um metro. Como as espatas das Aráceas, abrigam a inflorescência, porém, somente no início do seu desenvolvimento. Mais tarde, a *espata* (fig. 12 es.) pende e seca. Perde toda a relação com o pendão floral, libertando inúmeras flôres pequenas e amarelas.

A *inflorescência* possui um eixo principal e muitas ramificações secundárias. Representa um dos tipos mais comuns encontrados nos vegetais, denominado *panícula*. São panículas todas as inflorescências com contornos de pirâmide e constituídas dum eixo principal ramificado, cujos galhos também se ramificam uma ou repetidas vezes.

As flôres (fig. 12 A) individuais são unissexuadas, pequenas e modestas. Existem flôres masculinas e femininas; as masculinas com um perianto duplo, cada um de três folhas amareladas, e um *androceu* de duas vezes três estames; as femininas possuem, ao invés do androceu, um *gineceu* composto de três carpelos concrecidos, com ovário súpero. Tal estrutura poderá ser expressa facilmente por um diagrama ou então por meio duma espécie de taquigrafia botânica denominada *fórmula floral*. Na fórmula floral usam-se as iniciais maiúsculas de cada verticilo, citando em seguida o número de folhas componentes. No nosso caso podemos escrevê-la como se segue:

Flor masculina: P3 + 3 A3 + 3 G0 (fig. 12 D e E).

Flor feminina: P3 + 3 A0 + O G(3) Súpero (fig. 12 B e C).

Apesar da existência de três carpelos no gineceu, só uma *semente* se desenvolve no fruto do Coqueiro. A parte interna coberta duma fina camada pardacenta e que conhecemos como refrescante leite de côco verde, ou então, no fruto maduro, como massa branca gordurosa e comestível, é esta semente. Ao redor dela está o *fruto* (fig. 12 G br) composto de três camadas distintas: uma externa,

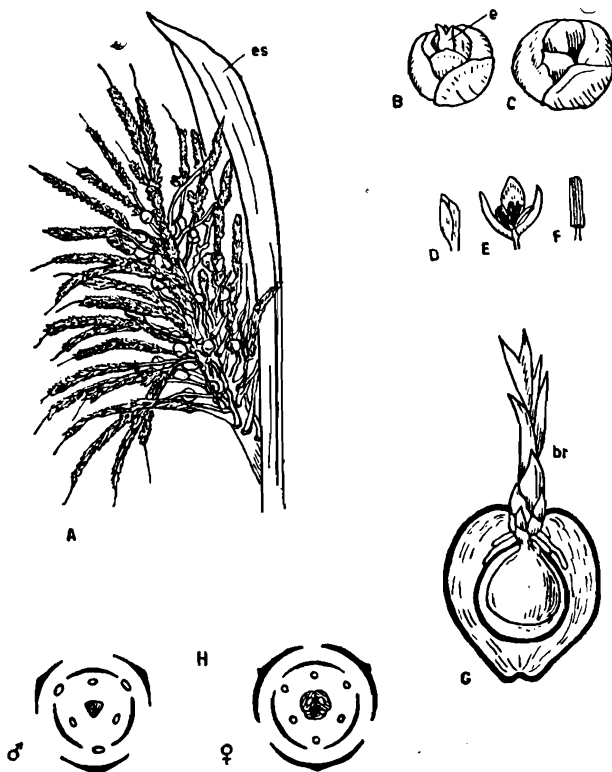


FIG. 12. Coqueiro-da-Bahia (*Cocos nucifera*): A — Inflorescência: es — espata. B — Flor feminina aberta: e — estigma. C — Flor feminina fecundada. D — Flor masculina fechada. E — Flor masculina aberta. F — Estame. G — Fruto germinado: br — brôto. H — Diagramas florais.

relativamente fina e impermeabilizada por substância cerosa; uma média mais grossa, leve e fibrosa; e outra interna, constituída por um tecido lenhoso escuro e bastante resistente. Tal estrutura, permite à noz do Coqueiro flutuar durante muito tempo ao sabor das águas dos oceanos. Podem viajar dum continente a outro de ilha em ilha e isso explica a distribuição geográfica da espécie.

Apesar das duas camadas externas terem aproveitamento local para fabricação de escôvas, etc., costuma-se exportar o Côco sem as mesmas. Usualmente é encontrado nos mercados envolto somente pela camada interna. Nela, nota-se a existência de três partes correspondentes aos três carpelos originais. Cada uma delas têm um ôlho. Dois são duros e difíceis de serem broqueados: correspondem aos dois carpelos, cujos óvulos sempre se atrofiam. O terceiro, facilmente perfurável, pertence ao carpelo fértil que formou a semente. Na germinação oferece fácil saída ao brôto (fig. 12 G br).

A parte branca do Côco maduro corresponde ao *endosperma*, reserva nutritiva da semente. É importante artigo do comércio internacional. Fornece uma das principais gorduras vegetais usadas na alimentação humana, na fabricação de sabão, etc.

Frutos como o do Coqueiro, cuja camada interna é sêca e resistente, e a média, de estrutura fibrosa ou carnosa, são considerados *drupas*.

Afinidades:

As *palmeiras* são tão semelhantes entre si que os povos de todo mundo inventaram um nome vulgar para designar a sua família: *Palmáceas*, ordem *Príncipes*. As outras palmeiras podem diferir do Coqueiro pelo tamanho, pelas fôlhas, ora penadas, ora em leque; pelas flôres uni ou bissexuadas e pelo número de sementes.

No Brasil há várias centenas de espécies. A maioria úteis e elegantes.

Entre as mais conhecidas citamos as seguintes:

Tamareira (*Phoenix dactylifera*) palmeira de majestosas fôlhas penadas e valiosos frutos comestíveis; tão útil ao árabe como o Coqueiro-da-Bahia a nós.

Carnaubeira (*Copernicia cerifera*) com fôlhas em leque, cuja epiderme é protegida por uma camada de cêra contra a evaporação demasiada, provocada pelo estio severo dos sertões brasileiros. Essa mesma cêra é importante artigo de exportação.

Coberturas protetoras de cêra, menos espessas, são comuns em muitas outras plantas como no milho e na cana-de-açúcar.

Dendêzeiro (*Elaeis guineensis*), presente que os escravos nos trouxeram da África, fornece nas suas sementes o *óleo de dendê*, indispensável na preparação dos quitutes baianos e valiosa fonte de vitamina A.

Juçara (*Euterpe edulis*), cujo caule delgado se eleva graciosamente entre as árvores gigantescas das matas brasileiras; fornece o apreciado *palmito*, formado pelas bainhas brancas e tenras da parte interna do cone verde na copa foliar.

Jarina (*Phytelephas macrocarpa*), palmeira amazônica de caule curto e folhas penadas, enormes, possui nas sementes endosperma tão duro que serve como *marfim vegetal* na fabricação de objetos artísticos, etc.

Palmeira-real (*Oreodoxa oleracea*), introduzida no Brasil pelo Imperador Pedro II, é considerada uma das mais elegantes árvores ornamentais. Seus estipes altos e as vistosas folhas penadas dão distinção sem par à célebre Av. Barbosa Rodrigues, do afamado Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Exercícios:

Investigar quais as mais conhecidas Palmeiras silvestres e cultivadas da região, e quais suas utilidades.

Analisar suas flôres e desenhar o diagrama.

Colhêr folhas em botão e compará-las com folhas abertas.

Medir com fita métrica a circunferência dos caules na altura aproximada de 1 metro, e calcular o diâmetro correspondente em várias palmeiras da mesma espécie e de espécies diferentes. O resultado, provavelmente inesperado, mostrará certa independência entre diâmetro, altura e idade. O diâmetro mantém-se quase constante. Nas outras árvores é diferente; seus caules nascem fininhos e engrossam anualmente. Possuem abaixo da casca um tecido de crescimento denominado *câmbio*, responsável pelo aumento de diâmetro dos caules; nas Palmeiras, costuma faltar.

PRANCHA II
Príncipes — PALMAE



1



2



3



4

1. COQUEIRO-DA-BAHIA — (*COCOS NUCIFERA*)
2. DENDÉZEIRO — (*ELAEIS GUINEENSIS*)
3. JERIVA — (*COCOS ROMANZOFFIANA*)
4. BUTIÃZEIRO — (*COCOS CAPITATA*)

UNIDADE 5

O MILHO

(*Zea mays*)

Material:

É muito fácil obterem-se plantas floridas de milho, analisá-las macroscòpicamente e com lupa. Poderá ser cultivado em poucos meses em qualquer parte dum canteiro do jardim escolar, caso não exista nos arredores da escola. Os assuntos mais importantes desta unidade, relacionados com o desenvolvimento da planta e sua nutrição, devem ser demonstrados no laboratório. Para as experiências, bastam alguns frutos, alguns tubos de ensaios e pequena quantidade de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3 , KCl , KH_2PO_4 , MgSO_4 , FeCl_3 .

Exposição:

O *milho*, erva de origem americana e de enorme importância para a humanidade, é cultivada em larga escala em tôdas as partes do mundo onde haja solo fértil, e clima úmido e ameno. Serve para a alimentação humana e como planta forrageira (fig. 13).

Seu *caule* atinge a mais que 2 m de altura. É verde e visivelmente articulado em nós e entrenós. As *fóllhas* (fig. 14) lineares nascem dos nós. São formadas por uma bainha cilíndrica, mais comprida que um entrenó e uma lâmina linear. As bainhas cilíndricas, encaixadas uma na outra e colocadas ao redor do caule, reforçam-no admiravelmente. O princípio de construção é o mesmo dum cabo submarino, cujas capas cilíndricas lhe conferem resistência e flexibilidade. Entre a lâmina e a bainha fica situada uma pequena membrana, semelhante a uma língua e por isso mesmo denominada *lígula*.

As *raízes* do milho penetram profundamente na terra, donde absorvem os sais minerais nutritivos. Costumam atingir volume

duplo das partes aéreas. As primeiras raízes nascem do embrião da planta e são completamente subterrâneas. Porém, logo acima dos dois nós inferiores do caule costumam nascer verticilos de *raízes*



FIG. 13. Planta de milho: a — inflorescência masculina; b — inflorescência feminina ou boneca.

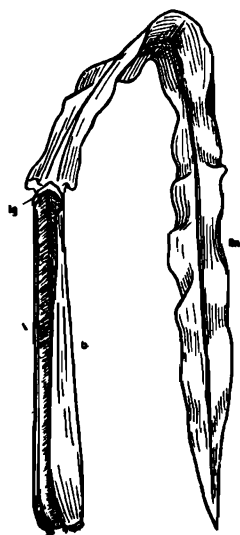


FIG. 14. Fôlha do milho: b — bainha; lg — lígula; lm — lâmina.

adventícias (fig. 15) com cerca de 2-4 mm de diâmetro. Estas ajudam a fixar a planta ao solo. Essa disposição faz lembrar as cordas de aço que fixam as antenas de rádio.

Denominamos tôdas as raízes que nascem dum caule ou duma fôlha, *adventícias*, para distingui-las das provenientes do embrião da planta.

As *flôres* do milho são unissexuadas e distribuídas em inflorescências masculinas e femininas. A *masculina*, uma panícula típica, forma um penacho na extremidade do caule. A *feminina*, conhecida por espiga ou boneca de milho, tem inserção lateral.

As flôres de ambos os sexos são desprovidas de perianto. Como a polinização é feita pelo vento, não houve adaptação de corolas vistosas ou de néctar aromático, que atraem insetos ou pássaros. Brácteas com estrutura de palha existentes nas flôres e nas inflorescências exercem função protetora, substituindo o perianto.

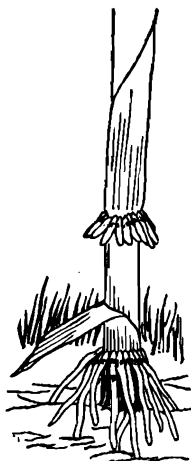


FIG. 15. Raízes adventícias do milho.

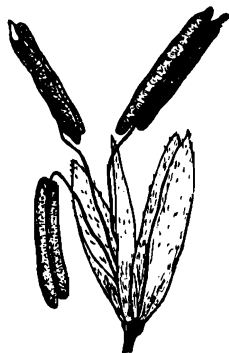


FIG. 16. Flôres masculinas do milho, vistas com lupa: a — flor aberta com 3 estames; b — flor fechada.

A flor *masculina* mostra sua estrutura trímica pela presença de três estames, que fornecem abundante pólen amarelo (fig. 16).

A palha da *boneca* do milho é formada pelas brácteas da inflorescência feminina. Cada flor *feminina* consta unicamente de um carpelo com um só óvulo, encimado por um estilete com forma dum fio comprido. A ponta dêste estilete é dilacerado em muitas e finíssimas ramificações, visíveis ao microscópio e que formam um estigma apto para captar o pólen transportado pelo vento (fig. 17). São estiletes das flôres femininas todos aquêles pêlos sedosos chamados “barba do milho”. Cada fio conduz ao ovário duma flor.

Após a fecundação, cada ovário transforma-se em fruto, contendo uma única semente.

A casca da semente concrece tão intimamente com a parede do ovário que não pode ser separado. Forma um fruto sêco, do qual não podemos libertar a semente. Esta é a estrutura do grão de milho. Aos frutos do seu tipo denominamo-los *cariopses*.

Afinidades:

O milho pertence à grande família das *Gramíneas* (capins, cereais e bambus), que é caracterizada pelo fruto em forma de cariopse, pela flor uni ou bissexuada sem perianto, envolta por brácteas mais ou menos coriáceas, secas e duras, e por inflores-

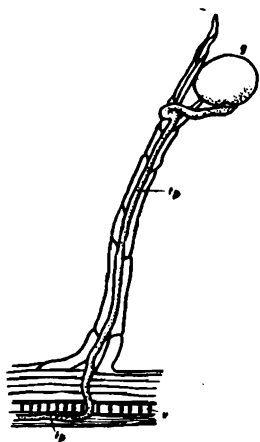


FIG. 17. Ramificação dum estigma do milho polinizado, visto ao microscópio: g — grão de pólen; tp. — tubo polínico penetrando em direção ao ovário; v — vaso lenhoso do estilete.

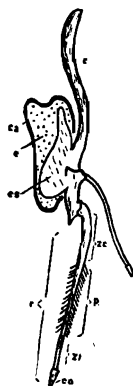


FIG. 18. Corte longitudinal dum grão de milho germinado, observado com lupa: c — caule; ca — casca da cariopse; co — coifa; e — endosperma; es — escudo; p — zona dos pêlos absorventes; r — raiz; zc — zona cortical; zl — zona lisa.

cência em panícula, cacho ou espiga com brácteas semelhantes às da flor. As brácteas da flor denominamos *páleas*, e às da inflorescência, *glumas*. A quantidade e a estrutura das glumas e páleas, bem como a composição das inflorescências constituem caracteres básicos para o reconhecimento dos gêneros e espécies da família.

Muito parecidas com as Gramíneas são as *Ciperáceas*. As duas famílias formam a ordem Glumifloras. As Gramíneas, quase tôdas utilíssimas, quer como cereais, quer como plantas forrageiras, etc., apresentam caule com corte transversal mais ou menos redondo, articulado em nós e entrenós. As Ciperáceas com caule liso, de corte transversal triangular, são tidas como indicadoras de terras pobres e ácidas. Muitas habitam os pântanos.

A *Tiririca* (*Cyperus rotundus*) é conhecida como temível praga dos nossos jardins.

A seguir citamos algumas das Gramíneas de maior utilidade para o homem:

Arroz (*Oryza sativa*). Seus grãos formam a base de alimentação dos povos da América do Sul e da Ásia.

Trigo (*Triticum vulgare*). Uma das mais antigas plantas cultivadas que conhecemos e de importância crescente na nossa economia nacional.

Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). É a coluna mestra da riqueza pernambucana.

Aveia (*Avena sativa*); o *Centeio* (*Secale cereale*) e a *Cevada* (*Hordeum vulgare*) são cereais importantes. Muitas outras espécies silvestres e cultivadas seriam dignas de serem mencionadas.

Exercícios:

O milho presta-se excelentemente para o estudo inicial dos fenômenos da germinação da semente e da influência do solo e dos sais minerais para o desenvolvimento da planta.

Para observar a germinação, basta colocar alguns grãos entre folhas de mata-borrão úmido, numa placa-de-Petri ou outro recipiente fechado.

Os grãos intumescem e a seguir nasce a *raiz primária*. Nesta observam-se com clareza as quatro zonas normalmente existentes. Na ponta uma capa protetora, denominada *coifa*. Acima desta uma *zona lisa*, que é a região do crescimento longitudinal da raiz. Depois a zona de absorção (*zona pilifera*), caracterizada por uma penugem de finíssimos pêlos absorventes, bem visíveis ao microscópio. Entre os pêlos absorventes e a semente existe outra região nua, chamada *zona cortical*. A zona cortical formará a parte mais comprida e mais grossa da raiz adulta. Reveste-se com uma espécie de cortiça. Ela e suas ramificações fixam a planta no solo e conduzem a seiva que os pêlos absorveram, às folhas do caule.

No lado oposto à raiz e, em geral, um pouco mais tarde, nasce o caule com as primeiras folhas. O tipo especial do brôto caulinar das Gramíneas chama-se *coleoptile* (fig. 18).

Em corte longitudinal da semente verificamos que o seu interior está repleto de substâncias de reserva, principalmente grãos de amilo. No meio destes existe um pequeno órgão em forma de escudo e de natureza foliar e que é realmente um cotilédone. Este absorve a substância nutritiva acumulada na semente e a transmite à planta germinativa, da qual faz parte.

Pelo desenvolvimento do seu sistema foliar e radicular a planta gasta as reservas acumuladas e então terá de elaborar seu próprio alimento. Já sabemos do nosso estudo das Unidades 1 e 2 que a

fotossíntese é o processo fundamental para tanto. Por observação própria, devemos ter notado que a natureza do solo, o clima e outras circunstâncias têm influência marcada sobre o vigor e a rapidez do desenvolvimento vegetal.

A raiz absorve a água e, dissolvida nela, muitas substâncias minerais. As plantas são incapazes de absorver substâncias sólidas. Somente quando dissolvidas podem ser aproveitadas.

Quase todas as plantas podem ser cultivadas em meio líquido, que contém os sais nutritivos necessários em concentrações adequadas. Nêle crescem tão bem como no solo. Tanto que na Europa e nos Estados Unidos cultivam-se tomates e outras verduras em tanques de solução nutritiva com ótimos resultados.

A *solução nutritiva* mais primitiva consta dum decocto filtrado de terra fértil. A análise química dêste fluido e a das cinzas de vegetais tem permitido aos botânicos determinar a composição conveniente de tais soluções. Uma das mais conhecidas é a de *Knop*: Preparamos 100cm³ ou menos de solução aquosa de cada uma das seguintes substâncias para mantê-las em estoque: Ca(NO₃)₂ a 10%; KNO₃ a 10%; KCl a 10%; KH₂PO₄ a 2,5%; MgSO₄ a 5%; FeCl₃ a 5%. Para uso, misturamos 10cm³ da solução de Ca(NO₃)₂ com 2,5cm³ de KNO₃, mais 1,5 cm³ de KCl, mais 10cm³ de KH₂PO₄, mais 5cm³ de MgSO₄, mais uma gota de FeCl₃ e água destilada para completar um litro.

Distribuímos esta solução em tubos de ensaio (fig. 19), enchendo-os até mais ou menos 2/3 de sua altura. Por cima do nível do líquido colocamos uma mecha de algodão com a semente. Convém cuidar em não apertar a mecha de algodão para permitir boa ventilação e a reposição do líquido gasto pelo vegetal. A experiência poderá ser continuada durante dias e semanas, permitindo observar o desenvolvimento da planta. Quando esta se tornar maior, convém substituir os tubos de ensaio por recipientes maiores, escurecidos, usando-se uma tela de arame ou um rôlha perfurada para segurar a semente.

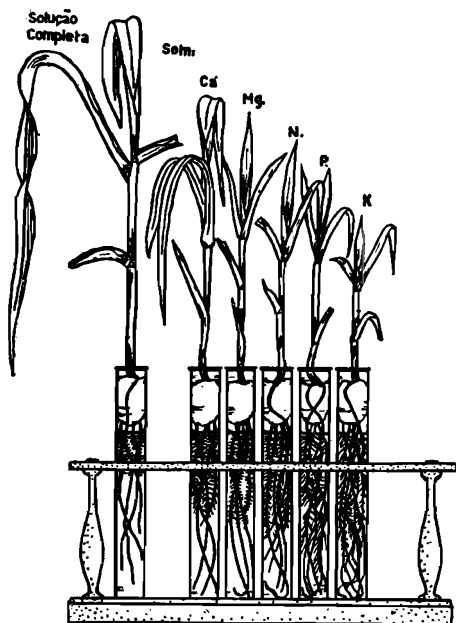


FIG. 19. Ensaio de cultivo em soluções nutritivas.

Os elementos minerais N, P, K, Ca, Mg têm importância fundamental para os vegetais. A falta de quaisquer deles acarreta distúrbios de crescimento. Nossa solução nutritiva permite facilmente verificar êste fato, se variarmos a fórmula original ao ponto de excluir sucessivamente cada um dos elementos citados para repetir a experiência sob forma modificada. Precisamos ainda soluções estoques das seguintes substâncias: CaSO_4 a 10%, NaNO_3 a 10%, NaH_2PO_4 a 10%, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ a 10%. As soluções nutritivas podem ser compostas de acôrdo com o esquema seguinte:

SOLUÇÕES NUTRITIVAS SEG. KNOP.

Soluções de sais minerais	Solução completa	Solução sem N	Solução sem P	Solução sem K	Solução sem Ca	Solução sem Mg
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	10cm ³	—	10cm ³	12,5cm ³	—	10cm ³
CaSO_4 (10%)	—	20cm ³	—	—	—	5cm ³
KNO_3 (10%)	2,5cm ³	—	2,5cm ³	—	2,5cm ³	2,5cm ³
NaNO_3 (10%)	—	—	—	2,5cm ³	—	—
KCl (10%)	1,2cm ³	3,7cm ³	2,5cm ³	—	1,2cm ³	1,2cm ³
KH_2PO_4 (2,5%)	10cm ³	10cm ³	—	—	10cm ³	10cm ³
NaH_2PO_4 (10%)	—	—	—	10cm ³	—	—
MgSO_4 (5%)	5cm ³	5cm ³	5cm ³	5cm ³	5cm ³	—
FeCl_3 (5%)	1 gôta	1 gôta	1 gôta	1 gôta	1 gôta	1 gôta
água destilada	971,3cm ³	961,3cm ³	980cm ³	970cm ³	971,3cm ³	971,3cm ³
Vol. total	1 litro	1 litro	1 litro	1 litro	1 litro	1 litro

O aumento da quantidade duma destas substâncias não substitui a falta de outra. A fertilidade do solo no que diz respeito à sua composição química está sempre em dependência do elemento encontrado em quantidade mínima. Não adianta adubar, por ex., com grande quantidade de N e P quando não há suficiente quantidade de K ou Ca, etc. Uma adubação racional e econômica requer um estudo pormenorizado das condições do solo. Voltaremos ao assunto na parte prática da Unidade 9.

UNIDADE 6

A BANANEIRA

(*Musa paradisiaca*)

Material:

A Bananeira encontra-se cultivada ou espontânea em todo território nacional. A maior parte da aula deverá ser dada ao ar livre junto ao vegetal. Sòmente a experiência sôbre fotossíntese e a demonstração dos grãos de amilo precisam do laboratório. O material necessário restringe-se a um pedaço de cartolina opaca, uns cliques para papel, uma banana e outros produtos vegetais ricos em amilo fáceis de obter.

Exposição:

A *Bananeira* (fig. 20 A) é uma das plantas mais antigas entre as cultivadas pela humanidade. Existia em tôda a América tropical e subtropical já nos tempos pré-colombianos. Desde então tem tido grande importância para a alimentação, quer dos indígenas, quer dos civilizados. Sua pátria provável é a Ásia, onde encontramos um maior número de espécies silvestres. O nome genérico provém da sua denominação em árabe.

Seu *caule* (fig. 20 B) verdadeiro encontra-se sob a terra. Possui raízes adventícias que absorvem a seiva. Cada ano emite brotos verdes para a superfície. Denominamos *rizomas* aos caules subterrâneos, alongados, com raízes e brotos verdes.

Para decidir se um órgão subterrâneo é caule ou raiz, basta verificar a existência de fôlhas ou botões foliares, que podem estar reduzidas a pequenas escamas. Sòmente os caules emitem fôlhas.

Os rizomas são usados para plantar e multiplicar a bananeira. Desenterrados, são cortados em tantos pedaços quantos brotos ou gomos apresentam. Cada pedaço dotado dum gomo, ao ser plantado, pode reproduzir uma nova planta. Na natureza acontece o mesmo fenômeno sem intervenção da mão humana. Os rizomas dividem-se

em vários pedaços por apodrecimento das partes mais antigas. Designamos tal processo *reprodução vegetativa*. Pode ser observado em múltiplas variações num grande número de plantas: no *trigo* e no *morango* formam-se galhos laterais, rastejantes, que emitem raízes adventícias para o solo e novas plantas para cima; a *Açucena* aumenta o número de seus *bulbos*. (cebolas); na *batata-inglês*a formam-se *tubérculos* subterrâneos dos caules, as próprias batatas. Os tubérculos diferem dos bulbos pela falta de folhas ou escamas envolventes, mesmo em forma rudimentar. Todos estes órgãos desligam-se, após certo tempo de crescimento, dos seus produtores, e constituem novas plantas independentes.

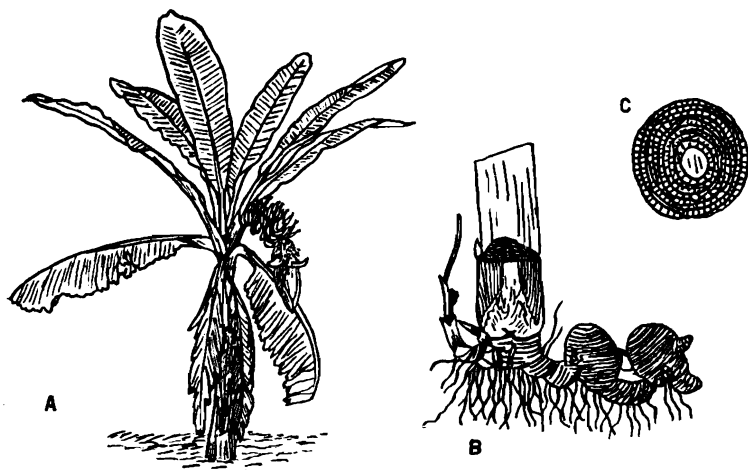


FIG. 20. A — Bananeira. B — Rizoma com gomos, raízes adventícias e um pseudotronco, cortado longitudinalmente. C — Corte transversal dum pseudotronco, mostrando as bainhas foliares.

Cada brôto emitido pelo rizoma da bananeira é constituído dum pseudotronco, grosso e verde e duma copa de folhas grandes.

O *pseudotronco* (fig. 20 B) eleva-se à altura de 1 a vários metros com um diâmetro de 20-40 cm. É formado pelas bainhas quase cilíndricas das folhas, que se encontram enroladas uma ao redor da outra. Em caso de frutificação possui o centro formado por uma ramificação do caule. Na bainha das folhas há células tão grandes que são bem visíveis a olho nu. São cheias de suco aquoso, cuja pressão sobre as paredes contribui para aumentar a resistência dos órgãos desta planta.

Devemos ressaltar que a estrutura mecânica de tôdas as plantas está dependendo do jôgo antagônico entre as forças elásticas ou

rígidas das membranas e a pressão interna do conteúdo celular, que forma o turgor ou turgescência, da mesma maneira que a resistência dum pneu depende da pressão na câmara-de-ar e das propriedades da borracha que formam a sua capa. Pneus sem ar e plantas sem água, murcham.

As bainhas foliares contraem-se na parte superior para formar um pedicelo curto. A lâmina é simples e de forma oblonga ou elíptica. Pode atingir de um a vários metros de comprimento e mais de 50 cm de largura. Possui uma forte e resistente nervura central com muitas ramificações paralelas entre si e que desviam da mediana num ângulo quase reto.

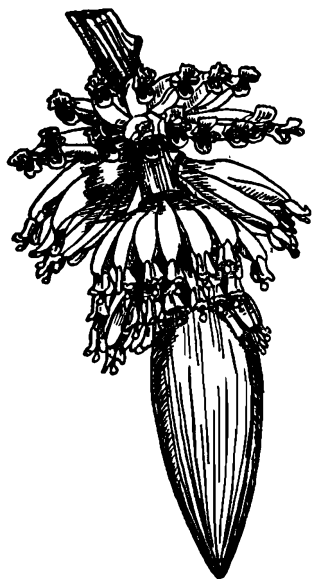


FIG. 21. Cacho de bananas com flores.

A superfície enorme desta lâmina torna muito problemática sua resistência ao vento e às chuvas tropicais. Se não se rasgasse em muitos fiapos lineares, de acôrdo com as linhas naturais de menor resistência, marcadas pelas nervuras, poderia provocar a destruição da fôlha e até a queda da própria bananeira. Quando ainda em botão, assemelha-se a uma bengala verde. Ao desabrochar, desenrola tôda a lâmina magnífica, estendendo-a à luz. Se estiver numa localização abrigada contra o vento e as chuvas torrenciais, não sofrerá a dilaceração acima descrita.

Constituído o pseudotrônco, sobe através do seu centro uma ramificação do caule, que termina numa *inflorescência*. (fig. 21). Esta dará origem aos frutos, às bananas agrupadas em cachos. Os frutos da bananeira são estéreis. Perderam sua capacidade de produzir sementes. Sòmente nas qualidades menos apreciadas para a alimentação humana, ou então excepcionalmente, encontramos na banana madura grãos escuros que são sementes.

Apesar disto, há *flôres* bem desenvolvidas (fig. 22 A), evidentemente adaptadas à polinização por insetos ou pássaros. As seis *tépalas* (as fôlhas dum perianto não diferenciado em corola e cálice recebem tal denominação) formam 2 lábios, o menor constituído duma fôlha; o maior, de 5 fôlhas concrescidas. (Comparar com o diagrama na fig. 22 B.) Dos 6 estames encontrados na flor da Açucena sobram sòmente 5 férteis na bananeira. O *ovário*, tipicamente ínfero, consta de 3 carpelos estéreis. No entanto, forma a banana comestível, que é um fruto do tipo *baga*.

O fato de a bananeira ter perdido sua capacidade de reprodução por sementes e ser multiplicada exclusivamente por processo vegetativo, é tido como indício dum cultivo muito antigo, desde os tempos primordiais da origem da humanidade. Mesmo os homens primitivos devem ter preferido bananas com poucas sementes, de-

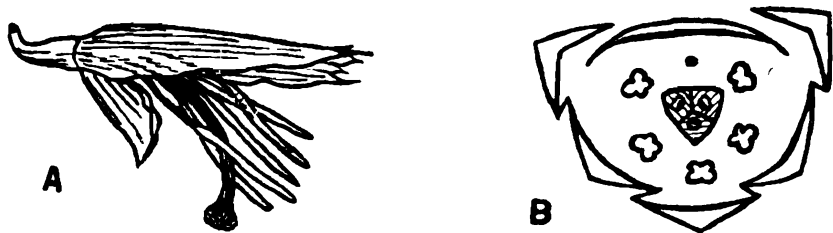


FIG. 22. A — Vista lateral duma flor de bananeira
B — Diagrama da mesma flor.

vido ao seu paladar e valor nutritivo superiores. Automaticamente terão dado preferência à multiplicação de mudas de plantas com frutos melhores. Como na reprodução vegetativa não existe o fenômeno genético da segregação, terão feito uma seleção eficiente para produzir as atuais variedades e espécies estéreis.

Efeitos da seleção inconsciente podem ser encontrados em muitas plantas cultivadas. Hoje, as práticas baseadas na genética tornaram possível moldar as características das plantas cultivadas e dos animais domésticos de acordo com as necessidades e preferências humanas, com eficiência e rapidez antigamente inimagináveis.

Afinidades:

As bananeiras pertencem à família das *Musáceas*. Com as famílias *Zingiberáceas*, *Canáceas* e *Marantáceas* forma a ordem das *Citamiáceas*. O aparelho vegetativo de todas as suas espécies é tão semelhante ao da bananeira que poderá servir para uma identificação imediata. Também a organização floral das diversas famílias é muito semelhante. Com exceção das *Marantáceas* há sempre formação dum *labelo*, isto é, duma pétala maior que as outras. As *Musáceas* possuem cinco estames férteis. As *Zingiberáceas* um estame fértil. As *Canáceas* e *Marantáceas* meio estame fértil, preso num órgão com aspecto de pétala. Nas três últimas famílias existem vestígios dos estames que faltam para perfazer os seis encontrados na flor de *Açucena* sob forma de estaminódios com estrutura petalóide.

Exemplos de Musáceas:

Bananeiras em geral. — Diversas espécies do gênero *Musa*.

Árvore-do-viajante — (*Ravenala madagascariensis*). Suas fôlhas formam um leque gigantesco muito ornamental. Suas bainhas conseguem armazenar água fresca, potável, em quantidade considerável.

Bananeira-rainha — (*Strelitzia reginae*). As côres vivas das suas flôres são muito belas.

Bananeira-do-mato — (*Heliconia bihai* e outras spp.) São comuns nas nossas matas. Suas flôres vermelhas em forma de grandes bicos de pássaros, introduziram-nas nos jardins.

Exemplos de *Zingiberáceas*:

Gengibre — (*Zingiber officinale*). É cultivado entre nós para fins ornamentais e medicinais e para condimento.

Lírio-do-brejo — (*Hedychium coronarium*). Planta silvestre de grandes flôres alvas, comum em terrenos pantanosos.

Exemplos de *Canáceas*:

Cana-da-Índia — (*Canna indica*). Uma das plantas ornamentais mais comuns dos parques e jardins brasileiros. Cultivada em variedades de flôres vermelhas, escarlates, amarelas, etc.

Caeteté — (*Canna brasiliensis*). Espécie silvestre do gênero anterior; comum na beira dos nossos matos, caracterizada por flôres menores com pétalas estreitas.

Exemplos de *Marantáceas*:

Araruta — (*Maranta arundinacea*). Cultivada para a extração da fécula (grãos de amilo), formada nos seus rizomas bulbosos.

Thalia geniculata. Planta silvestre comum na beira das lagoas e dos rios do Brasil. Os caules e fôlhas são mais delicados que nos outros exemplos. Não formam pseudotrônco. As brácteas das inflorescências conferem-lhe aspecto graminóide.

Exercícios:

As células grandes e cheias de água existentes no pseudotrônco são observadas diretamente num brôto cortado. Como cada brôto produz um único cacho de bananas, não há sequer prejuízos em cortar um dêles no ato ou após a colheita.

Sempre que possível, convém desenterrar parte do rizoma para seu exame direto; parti-lo em vários pedaços, cada qual dotado no

mínimo de um gomo, e replantá-los para demonstração da reprodução vegetativa. O replantio poderá ser efetuado pelo próprio aluno, eventualmente na horta paterna, o que não deixará de avivar o seu interesse.

Na Unidade 1 explicou-se o fenômeno fundamental da nutrição vegetal denominado fotossíntese. Como se trata de assunto de importância básica para o estudo da vida das plantas, é indicado repetir e ampliar os ensinamentos respectivos, sempre que se ofereça oportunidade.

A glicose produzida pelos cloroplastos é armazenada nas células das folhas e especialmente em certos tecidos dos frutos, das sementes e dos órgãos de reprodução vegetativa, sob a forma de minúsculos grãos dum polissacarídeo chamado *amilo*.

Os grãos de *amilo* são formados nos plastos. Possuem um centro formador denominado *hilo*, rodeado dum grande número de finas camadas, visíveis ao microscópio. As camadas componentes do grão são alternadamente mais ou menos refringentes devido à sua maior ou menor hidratação, tanto que, saturando-os por fervura em água, desaparecem as estrias. Para observar os grãos de amilo da banana, basta raspar um pouco da sua massa comestível e montá-la em água entre lâmina e lamínula, para observação microscópica. A maioria dos grãos aparecerão, neste preparado, ainda inclusos nas paredes celulósicas das suas células. Apresentam forma bastante alongada (fig. 23).

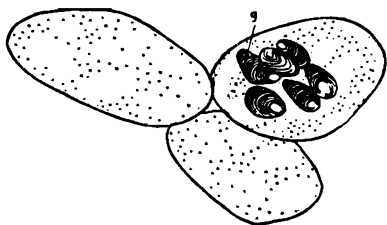


FIG. 23. Células da banana. As duas à esquerda vazias, a célula superior à direita, com grãos de amilo; g — grão de amilo.

Os contornos e a visibilidade das camadas concêntricas dos grãos de amilo são específicas para cada espécie vegetal. Variam em espécies diferentes. Tanto que é possível

determinar a espécie de origem duma farinha ou fécula comercial pelo exame microscópico.

Para distinguir o amilo de outra inclusão celular e também para verificar a existência de falsificações na farinha ou em outros pós incolores ou brancos, usamos o lugol. Adiciona-se uma gota de lugol ao lado da lamínula. Ao penetrar para baixo da mesma, haverá uma zona no preparado em que os grãos de amilo mostram uma cor nitidamente arroxeadas; nas zonas de maior concentração do lugol aparecem com cor preta. Em diversas espécies de plantas podem ter cor azul, roxa ou vermelha. Amilo puro toma cor azul; amilo-dextrina, cor vermelha. Os grãos de amilo da maioria dos vegetais são formados por uma mistura das duas substâncias.

A reação com lugol, típica para o reconhecimento do amilo, pode também servir para demonstrar outros detalhes da fotossíntese. Há quem afirme que se realiza pela ação da luz sôbre tecido clorofilado. Vamos provar esta tese:

Fixamos um pedaço de cartolina preta ou opaca, na qual recortamos as letras da palavra amilo, sôbre uma fôlha de *Chagas* (*Tropaeolum majus*) ou de outra planta qualquer, cujas lâminas branqueiam bem sob a ação do álcool. Submetemos a planta a tal tratamento na manhã dum dia de sol, colhendo a fôlha e retirando a cartolina ao anoitecer. Foram iluminadas sômente as partes da fôlha que correspondem às letras recortadas. Mergulhamo-la em álcool até que se torne esbranquiçada, pois o álcool dissolve e extrai tôda a clorofila. O amilo é insolúvel em álcool. A seguir, tratamos a fôlha com lugol. O amilo tomará côr escura e marcará visivelmente as letras recortadas da cartolina (fig. 24).



Esta experiência pode ser repetida com *fôlhas variegadas*, isto é, fôlhas que apresentam faixas ou manchas aclorofiladas. As partes aclorofiladas não produzem amilo, mesmo quando prolongadamente iluminadas.

As fôlhas da bananeira não servem para a experiência descrita. Contêm substâncias que as tornam demasiadamente escuras para distinguir o amilo.

FIG. 24. Experiência sôbre fotossíntese em fôlha de *Chagas* (*Tropaeolum majus*).

UNIDADE 7

A ORQUÍDEA

(*Cattleya intermedia*)

Material:

A presente Unidade presta-se muito bem para uma exposição ao ar livre na época de florescimento das Orquídeas. Algumas poucas *Cattleyas* podem ser cultivadas com facilidade na sombra duma árvore do próprio jardim escolar ou numa pequena pérgula coberta por um ripado, com fôlhas de palmeira ou outro material, que permita a regulação de luz e sombra. Se faltar na escola, haverá certamente nos arredores da mesma um proprietário particular que ceda alguns exemplares, ou pelo menos, permita a sua demonstração. Para os trabalhos do laboratório é conveniente colhêr alguns frutos e parte duma raiz. As *Cattleyas* podem ser substituídas por outros gêneros de orquídeas, p. ex., por *Laelias* (pronúncia LÉLIAS).

Exposição:

A *Cattleya* (fig. 25) é uma das orquídeas mais vistosas que embelezam as nossas matas. Vive como epífita nos galhos e troncos das árvores. Outrora muito comum, tornou-se rara pela grande procura por parte dos orquidófilos e outros amadores, nem sempre capazes de garantirem a sobrevivência das plantas retiradas do mato. Não devemos esquecer, no entanto, que os mesmos, pelo amor às orquídeas, têm desenvolvido e pôsto em prática métodos de cultivo que talvez afastem duma vez para sempre o perigo da sua extinção. Oxalá pudéssemos dizer o mesmo dos impiedosos destruidores das árvores das nossas matas!

O *caule* é formado por um rizoma rastejante com muitas ramificações curtas, laterais. Estas, intumescidas e verdes, em forma de bulbos, são verdadeiros reservatórios de água e de substâncias nutritivas. Como as partes mais velhas do rizoma apodrecem e desaparecem, os bulbos mais novos tornam-se independentes e funcionam como verdadeiros órgãos de reprodução vegetativa da planta.

Dos *bulbos* nascem folhas verde-escuras e coriáceas, com lâmina oblonga até linear.

A *lâmina* duma folha é considerada *oblonga*, quando o seu comprimento é igual 3 a 4 vezes à largura; *linear*, quando excede tal proporção.

O caule prende-se à casca da árvore por um emaranhado de *raízes adventícias*, cujo diâmetro pode atingir a 2-3 mm. Na maior extensão apresentam-se branco-acinzentadas. Sua ponta, de cor verde, parece envernizada. Esta ponta compreende a coifa e a zona de crescimento. Não há pêlos absorventes. O problema do suprimento da água é resolvido de maneira especial: a parte cinzenta da raiz é coberta por um envoltório macio, denominado *velame*, que absorve e retém com a avidez de uma esponja a água da chuva ou do orvalho. No centro do velame corre um cordão resistente, composto dos elementos de condução da seiva e demais tecidos normalmente presentes numa raiz.

Os botões das *flôres* (fig. 26) nascem no interior dum estôjo protetor formado por duas folhas coriáceas. Seus pedicelos crescem até libertarem as flôres lindas e vistosas que desabrocham por cima destas folhas.

A estrutura floral prova ao observador perspicaz a existência de maravilhosa harmonia entre a planta e os insetos polinizadores. Seu diagrama (fig. 26) demonstra tratar-se duma variação da organização floral das Liliáceas (Unidade 1). O verticilo externo do perianto é formado por três sépalas brancas ou rosadas, que correspondem ao cálice; o interno, de três pétalas, que correspondem à corola. Uma delas, de posição mediana, maior e mais vistosa que



FIG. 25. *Cattleya* sp.: b-bulbo; c-coluna; co-coifa; f-flor; l-labelo; o-ovário torcido; ra-raiz adventícia; ri-rizoma.

as outras, cuja forma e coloração são muito importantes para a classificação sistemática das orquídeas, é denominada *labelo* (fig. 26 1). No diagrama, que representa a posição das fôlhas no botão, está em cima; na flor aberta, em baixo. Durante o desabrochar da mes-

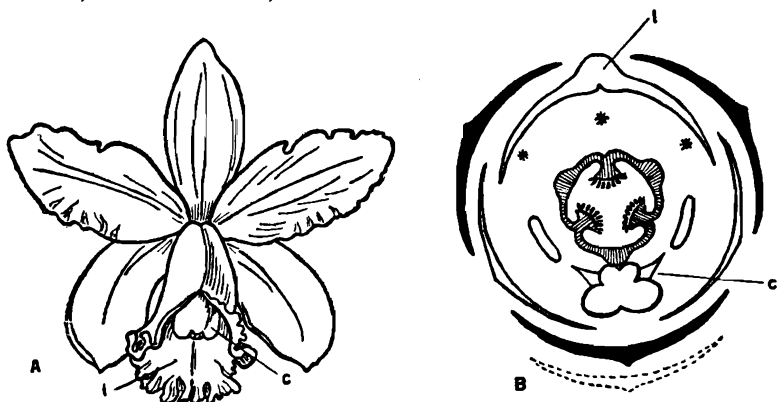


FIG. 26. A — Flor duma Cattleya; B — Diagrama da mesma: c-coluna; l-labelo.

ma ocorre uma torção do ovário. Êste movimento põe o labelo em posição adequada para servir de pista de aterragem aos insetos polinizadores. Dos 6 estames originais, 5 se tornam rudimentares. Desaparecem praticamente. Um sòmente mantém a sua função.

Concresce com o gineceu para formar uma *coluna*, também denominada *ginostêmio*, envôlta pela base do labelo (fig. 27). A ponta da coluna, contém as duas lojas da antera do estame. Nelas, o pólen é reunido em 4 pacotes claviformes, dotados dum pé fino com base muito pegajosa, os 4 *polínios*. Quando um inseto começa a forçar o caminho para baixo da coluna, onde existem o estigma e alimentos protéicos cobichados, cola um polínio na sua cabeça. Os movimentos do inseto garantem assim o contato dêste com o estigma, efetuando a polinização do mesmo.

Flôres de orquídeas podem manter-se vistosas e viçosas durante muitos dias e várias semanas, enquanto não forem polinizadas. Poucas horas após a polinização começam a murchar.

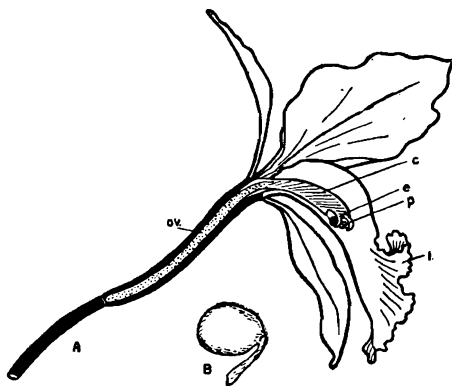


FIG. 27. A — Corte longitudinal através duma flor de Cattleya: c-coluna; e-estigma; l-labelo; ov-ovário com inúmeros pequenos óvulos; p-polínio. B — Polínio isolado, ampliado.

O amadurecimento do *ovário* é bastante demorado. Pode levar semanas ou meses. É composto de três carpelos, que constituem uma única cavidade central (*Ovário unilocular*). Nas *Açucenas* formam três cavidades (*ovário trilocular* ou *plurilocular*). Nas *Orquídeas*, a placenta é situada nas paredes (*placentação parietal*), na *Açucena* no centro dos carpelos (*placentação central axial*). No interior do ovário desenvolvem-se milhares de pequeníssimas sementes, desprovidas de endosperma. O fruto maduro abre-se por três fendas, não sem desfazer antes a sua torção de 180° (fig. 25 o). (Veja a abertura da flor.) Suas paredes continuam precariamente ligadas entre si por finíssimas fibras. O vento, soprando através das mesmas, leva as sementes qual finíssimo pó, disseminando-as à distância.

Frutos, como o presente, dotados de parede sêca, constituída por 3 ou mais carpelos e que se abrem por fendas, poros ou valvas, são chamados *cápsulas*.

As *sementes* (fig. 28) são alongadas e dotadas de finos pedicelos que facilitam a sua fixação entre os musgos, liquens, etc., que costumam cobrir a casca fendida dos troncos das árvores. Como

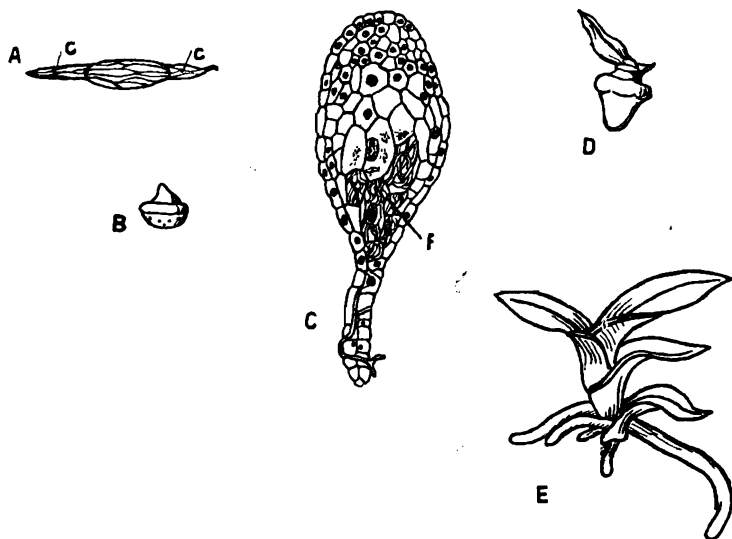


FIG. 28. A — Semente duma orquídea: c-pedicelo; B, D, E. — Fases consecutivas da germinação. C — Corte através dum protocormo: f-fios do fungo.

não possuem endosperma, suas reservas limitam-se a poucas gotículas de substâncias gordurosas — não germinam como as outras plantas. Faltar-lhes-ia força suficiente para formar a planta germinativa, autótropa.

No início produzem minúsculo botão, denominado *protocormo*, aparelho vegetativo primordial, fadado à morte, caso não fôr infestado pelos fios celulares de determinado tipo de bolor. Os fios do fungo penetram o tecido do protocormo, sugando seiva das suas células (fig. 28 C). Ao aprofundar-se são, por sua vez, vencidos pela orquídea, que aproveita a sua substância orgânica. Como o fungo tem ligação com o exterior, donde extrai continuamente substâncias minerais e orgânicas, torna-se supridor permanente das necessidades da orquídea, cujo protocormo pode agora formar as primeiras raízes e fôlhas (fig. 28). A convivência entre fungo e orquídea é mantida na fase adulta da sua vida.

Para garantirem a presença do fungo adequado, os criadores de orquídeas misturam o substrato destinado a receber a sementeira com pedaços de fôlhas e caules de plantas adultas da mesma espécie. A ação do fungo pode ser substituída pela adoção dum meio nutritivo artificial, rico em determinadas substâncias orgânicas.

Quando dois organismos diferentes, como o fungo e a orquídea, vivem ligados um ao outro para proveito mútuo, falamos duma *simbiose*, do grego *syn* = junto + *bios* = vida.

Acredita-se que as simbioses tiveram sua origem numa luta empatada entre dois organismos hostis, onde um, pelo menos, era parasita, resultando um equilíbrio, manifesto na adaptação mútua dos contendores. Entendemos por *parasitas* organismos que vivem da substância orgânica de outros seres vivos, prejudicando-os.

Há também parasitoses e simbioses múltiplas, que formam sistemas mais complexos.

Não devemos confundir parasitas e *simbiontes* (parceiros duma simbiose) com saprófitas e epífitas. (Veja Unidade 2.) *Saprófitas* são seres que extraem substâncias orgânicas de organismos mortos. Seres que vivem exclusivamente de maneira saprofítica ou parasítica não têm clorofila. São *heterótrofos*. As plantas que realizam a fotossíntese possuem clorofila. São *autótrofas*. Há vegetais, como a conhecida *erva-passarinho*, que suplementam a sua alimentação fotossintética por seiva roubada dum hospedeiro. São *semiparasitas*.

O epifitismo não tem ligação direta com êste fenômeno de nutrição. *Epífitas* são plantas que crescem em cima de outras para obter melhor iluminação, como por exemplo o *cravo-do-mato*. (Veja Unidade 2.)

Afinidades:

A *Cattleya* faz parte da grande família das *Orquidáceas*. No Brasil há milhares de espécies, muitas extraordinariamente ornamentais. A maioria são epífitas, algumas terrestres e poucas saprófitas. Pertencem à ordem *Microspermas*, termo alusivo ao diminuto ta-

manho das suas sementes, do grego: *micron* = pequeno + *sperma* = semente. São caracterizadas pela estrutura floral descrita. Isto é, possuem labelo e coluna. Estrutura e côr do labelo e da coluna, e especialmente o número de polínios são característicos importantes para o reconhecimento dos gêneros e das espécies desta família.

Entre as epífitas mais belas e bastante comuns no nosso país contamos as dos gêneros *Cattleya*, *Laelia* e *Oncidium*. *Cattleya* e *Laelia*, possuem flôres muito grandes. A primeira apresenta 4, a segunda, 8 polínios. *Oncidium* possui inflorescências ricas em flôres pequenas com labelos amarelos. Labelo e coluna imitam pequenas bonecas dançantes de saias esvoaçantes.

Freqüentemente cultivadas são as espécies exóticas dos gêneros terrestres *Cypripedium* e *Selenipedium*, cujo labelo, às vezes, dourado, lembra um pantufo delicado.

Exercícios:

Após o exame minucioso da organização floral é fácil demonstrar os polínios. Para tanto, basta introduzir uma ponta de lápis ou uma agulha entre coluna e labelo, fazendo as vezes da cabeça do inseto já mencionada na exposição. Ao retirá-la, encontramos os polínios grudados. Com êles podemos polinizar outra flor, que murchará após pouco tempo, se formos bem sucedidos.

Alguma raiz grossa e sã deve ser destacada e cortada transversalmente com uma navalha bem afiada. Observando uma fatia fina, tratada com floroglicina e HCl, podemos distinguir, ao microscópio, os tecidos componentes (fig. 29). No centro vermelho, formando um conjunto estrelado, temos os feixes de vasos lenhosos e, entre seus braços, feixes de tubos crivados. O conjunto dos vasos lenhosos é denominado *lenho*. Serve à condução da seiva supridora ou bruta. Os tubos crivados são os constituintes principais do *líber*, conduzem a seiva nutridora ou elaborada. O *cilindro central* da raiz, cujos elementos principais são líber e lenho, é limitado por uma única camada de células, denominada *periciclo*. É do periciclo que nascem as ramificações das raízes. Ao redor dêle situa-se outra camada especial de células, o *endoderma*, que é dotada duma faixa de suberina em tôdas as membranas radiais, a *faixa de Caspary*, e que regula a passagem da seiva da casca para o cilindro central. O *velame*, composto dum tecido de células relativamente grandes, forma a camada externa da casca da raiz. É limitado pela epiderme.

Se dispusermos de cápsulas maduras de Orquídeas, será interessante medir o pêso das sementes. Para tanto, pesamos com balança de suficiente precisão, uma grama ou, se não existir tanto, fração

de uma grama de sementes. Como êste pêso ainda contém demasiadamente muitas unidades, convém dividi-lo em dez porções aproximadamente iguais. O número de sementes contido em cada grupo

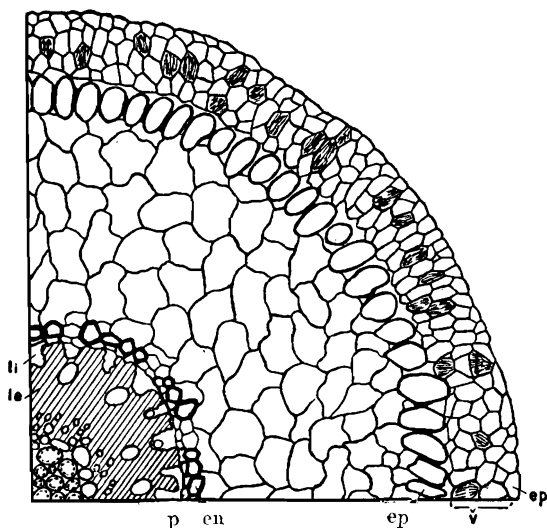


Fig. 29. Corte transversal da raiz da orquídea:
en-endoderma; ep-epiderme; le-lenho; li-liber; p-peri-
ciclo; v-velame (150x).

pode ser determinado por um aluno munido de lupa. A média dos resultados obtidos dará uma informação bastante precisa sobre o tamanho e o pêso das sementes.

UNIDADE 8

A ROSEIRA

(*Rosa spp.* — híbridos)

Material:

Os assuntos tratados nesta unidade podem ser expostos na sala de aula ou no laboratório. Cada aluno, ou no mínimo cada grupo de 3 a 5 alunos, deverá receber um galho com flôres e fôlhas duma roseira, para analisá-los sob contrôlo do professor. Outros aspectos do tema permitem projeção de fotografias e desenhos ou demonstração de material de herbário.

Exposição:

Tôdas as Roseiras (*Rosa spp.*), tanto as cultivadas como as silvestres, são arbustos.

Arbustos possuem caules lenhosos como as árvores; diferem delas pela falta dum caule principal (tronco ou estipe). Possuem vários caules de desenvolvimento igual.

Pela interferência humana, isto é, pela poda, é, muitas vêzes, possível transformar um vegetal arborescente em arbustivo e vice-versa. No primeiro caso corta-se o eixo principal; no segundo, favorece-se o crescimento dum dos caules existentes, cortando os seus competidores. No entanto, uma planta de natureza arbustiva jamais se transformará em árvore de grande porte.

A flor (fig. 30) da roseira mostra diversas peculiaridades.

Seu gineceu é infero, composto de numerosos carpelos livres, que ficam no interior dum receptáculo em forma de urna.

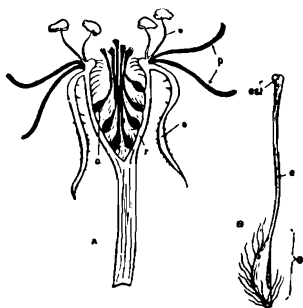


FIG. 30. Rosa A — Corte longitudinal da flor: c-carpelo; e-estame; p-pétala; r-receptáculo em forma de urna; s-sépala. B — Carpelo isolado; e-estilete; est-estigma; o-ovário.

Um *gineceu* é considerado *ífero* quando os ovários se inserem no receptáculo em nível inferior ao da inserção dos estames; e *súpero*, quando em nível superior. Chamamo-lo *médio*, quando os estames são fixos num nível médio, ao redor dos ovários (fig. 31).

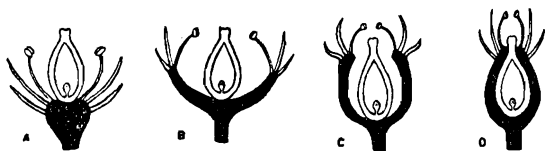


FIG. 31. Posições do gineceu: A — Gineceu súpero; B — Gineceu médio; C e D — Gineceu ífero.

Cada carpelo contido na urna floral da roseira produz um frutinho de casca carnosa com uma única semente.

A parede da urna torna-se vermelha, carnosa e saborosa. Dá a impressão de ser o fruto verdadeiro e é tido como tal pelos leigos; realmente não passa dum receptáculo. Atrai os animais que espalham as sementes.

No bordo superior da urna encontramos 5 sépalas verdes, muitas pétalas coloridas e muitos estames. O número de pétalas e de estames costuma ser divisível por 5.

Flôres cujos verticilos são formados por 5 fôlhas ou um número múltiplos de 5, são consideradas *pentâmeras*, do grego — *penta* = cinco + *meros* = parte.

As *fôlhas* da roseira são do tipo composto, imparipenado (fig. 32). Fixam-se ao caule por uma *bainha* pequena, encimada por duas

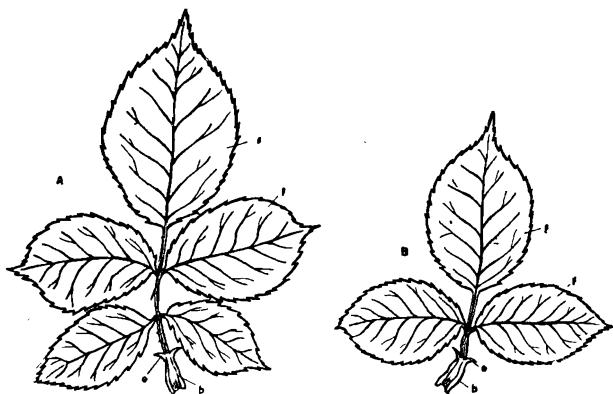


FIG. 32. Fôlhas da roseira: A — Fôlha imparipenada; B — Fôlha ternada: b-bainha; e-estípulas; f-folíolos.

estípulas. Entre as estípulas nasce o pedicelo que suporta dois jugos de folíolos pares e um terminal.

Os folíolos são de forma elíptica com margem serrada.

Tôdas as folhas *compostas imparipenadas* possuem um folíolo terminal, que falta nas folhas *compostas paripenadas*. O número de jugos pares é variável. Quando baixa a um único, estamos em face duma *fólia composta ternada*.

Entre folhas verdes, sépalas, pétalas e até estames e carpelos das roseiras, encontramos muitas transições gradativas, que tornam compreensível o enquadramento destes órgãos, em geral tão diferentes entre si, na categoria comum de folhas. (Figs. 33 e 34.)

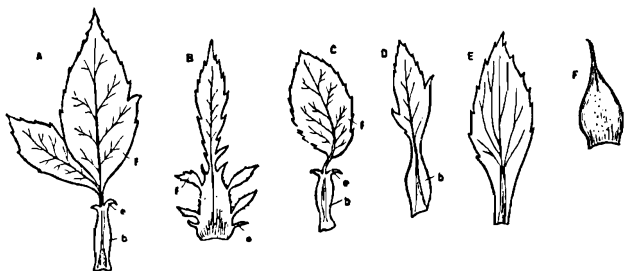


FIG. 33. Transição entre folhas e sépalas da roseira: A — E — Sépalas com organização intermediária. F — sépala típica; b-bainha; e-estípula; f-folíolo.

Estames e carpelos das rosas cultivadas têm a tendência de adquirir aspecto de pétalas.

Flôres, nas quais os estames e carpelos, ou pelo menos, parte dos mesmos se transformaram em pétalas, denominamos *flôres dobradas*. Os floricultores costumam preferi-las às variedades de flôres simples.

Para obter flôres cada vez mais belas e valiosas, tentam melhorar as formas silvestres pela seleção, pelo cruzamento e por outros métodos.

Variedades com flôres dobradas não produzem sementes. Híbridos selecionados dum cruzamento não transmitem suas combinações de caracteres desejáveis, quando reproduzidos por sementes. (Comparar o fenômeno genético da segregação.)

Tôdas as roseiras dobradas ou simples, as macieiras, pereiras, pessegueiros cultivados, etc., são híbridos selecionados. Para conservar as suas propriedades são multiplicados vegetativamente, por estacas ou por enxertia dum gomo ou galho da forma valiosa sôbre uma planta da mesma espécie, que pode ser criada de sementes ou de outra maneira qualquer. A multiplicação vegetativa conserva as qualidades selecionadas.

Os caules e as folhas da roseira são dotados de excrescências duras e pontiagudas, denominados *acúleos* pelos botânicos. O velho



FIG. 34. *Roseira*. A — Pétala. B e C — Estames com apêndices petalóides; D e E — Estames típicos; F e G — Carpelos com apêndices petalóides; H — Carpelo típico.

adágio “Não há rosa sem espinhos” é considerado duplamente errado pelos cientistas, pois os seus “espinhos” são realmente acúleos, e além disto, existem formas silvestres inermes como, p. ex., a *Rosa pendulina* Linn., encontrada no Jura francês.

Espinhos são galhos ou folhas transformadas, que contêm elementos de condução. *Acúleos* são meras excrescências da epiderme. Na prática distinguem-se dos espinhos pela facilidade com que podem ser removidos, deixando uma cicatriz nítida. Os espinhos quebram-se à maneira de galhos ou folhas.

Afinidades:

As *Roseiras* como muitas outras plantas úteis ou ornamentais pertencem à grande família das Rosáceas.

São dotadas de flôres pentâmeras com gineceu ínfero e cálice que persiste após a maturação dos frutos. Estes podem ser drupas (Pêssegos, Ameixas) ou tipos especiais de bagas (Marmelo, Maçã, Pêra) ou folículos (Pau-de-Sabão, Grinalda-de-Noiva).

Consideramos *bagas* todos os frutos carnosos com várias sementes. *Folículos* são frutos secos compostos dum único carpelo com várias sementes e que se abre por uma fenda ventral.

Exemplos:

Morango (*Fragaria vesca*). Seus frutos verdadeiros são pequenas drupas duras. A parte comestível é formada pelo receptáculo convexo e carnoso.

Pau-de-sabão (*Quillaja brasiliensis*). Árvore rica em saponina.

Grinalda-de-noiva (*Spiraea prunifolia*). Arbusto cultivado com flôres alvas em corimbos. Corimbo é um tipo de inflorescência semelhante à panícula, cujas flôres formam no cimo um plano levemente convexo.

Marmeleiro (*Cydonia vulgaris*), de cujo fruto se prepara a marmelada.

Pereira (*Pirus communis*). Muitas das suas variedades cultivadas são híbridas selecionadas de cruzamentos de diversas espécies silvestres. Por isso, devem ser reproduzidas por estacas e enxertos. O mesmo vale para a *Macieira* (*Pirus malus*), para a *Ameixeira* (*Prunus domestica*), o *Pessegueiro* (*Prunus persica*) e muitas outras árvores frutíferas.

Exercícios:

Nas roseiras convém estudar as transformações da fôlha vegetativa para órgãos florais (fig. 33). Se subirmos de nó em nó do caule, em direção a uma flor, encontramos nêle, fôlhas imparipenadas, ternadas e simples. Destas há também transições gradativas para os órgãos florais.

Algumas sépalas do cálice provam sua origem pela existência de vestígios de folíolos. Outras, são simples triângulos verdes paralelinérvios com bordos lisos, correspondentes a filódios.

Muitas rosas apresentam pétalas verdes com aspecto de sépalas e, às vezes, formas intermediárias.

Transições entre pétalas e estames ou entre estames e carpelos existem na maioria das flôres de roseiras cultivadas.

Os alunos deverão analisar o material sob êste ponto de vista. Desenhar as fôlhas selecionadas ou fazer uma prancha de material herborizado, a ser usada em demonstrações futuras.

O desenho pode ser facilitado pelo uso de papel de correspondência aérea e papel carbônio, da mesma maneira que as crianças fazem para desenhar moedas. A figura assim obtida deve ser retocada a lápis, recortada e colada em outro papel.

Constitui cola muito boa e limpa para esta montagem a solução de borracha para consêrto de câmaras-de-ar, que se compra nas lojas de acessórios de bicicletas ou automóveis. Aplica-se uma fina camada de cola em ambos os papéis, juntam-se na posição definitiva e deixa-se secar ao ar. A cola pega e seca imediatamente. As sobras na margem do recorte podem ser facilmente removidas com um lenço limpo ou uma borracha.

Caso a aula coincida com a primavera ou fim do inverno, pode ser aproveitada para exercícios de enxertia no jardim escolar. A técnica dêste procedimento será tratada na Unidade 16.

UNIDADE 9

O FEIJÃO PRÊTO

(*Phaseolus vulgaris*)

Material:

A exposição dêste assunto requer algumas sementes de feijão prêto, de feijão trepador e de ervilhas, parte das quais deve ser plantada no jardim escolar com a devida antecedência para produzirem plantas adultas e floridas em época útil. Outra parte será utilizada no laboratório em experiências com solução nutritiva e para observação de grãos de amilo. Na falta de um jardim escolar podem ser semeadas em vasos.

Exposição:

Há grande variedade de tipos de feijões cultivados comestíveis, alguns subarbusivos, outros trepadores. A maioria é reunida na espécie *Phaseolus vulgaris*. O nosso feijão prêto é subarbusivo.

Sua flor (fig. 35) é pentâmera e de simetria lateral. A da roseira é radiada.

O cálice é composto de 5 sépalas mais ou menos condescidas, que formam uma fauce com dois lábios desiguais. As 5 pétalas são diferentes entre si. A maior e mais vistosa, situada na parte superior da flor, é denominada vexilo, em virtude do seu aspecto. Ao lado, ficam duas pétalas menores, as asas. As duas pétalas inferiores são condescidas. Ficam semelhantes à carena duma embarcação. O androceu é formado por dois verticilos de 5 estames, nove dos quais condescidos num tubo pelos filêtes. Sòmente o décimo, mediano, do verticilo interior, é livre. O gineceu possui um único carpelo súpero com vários óvulos. Produz um tipo de fruto chamado legume.

Legumes são frutos secos constituídos dum único carpelo plurióvulado que se abre por duas valvas.

A *fólha* (fig. 36) é ternada. Nas ervilhas pode ser transformada em gavinhas de fixação.

Ervilhas e muitos feijões são *trepadeiras*, que são plantas que apóiam seu *caule* em outras maiores para alcançarem melhor iluminação e altura sem precisarem desenvolver rígida estrutura. As ervilhas e tôdas as outras *trepadeiras*, que se fixam por meio de

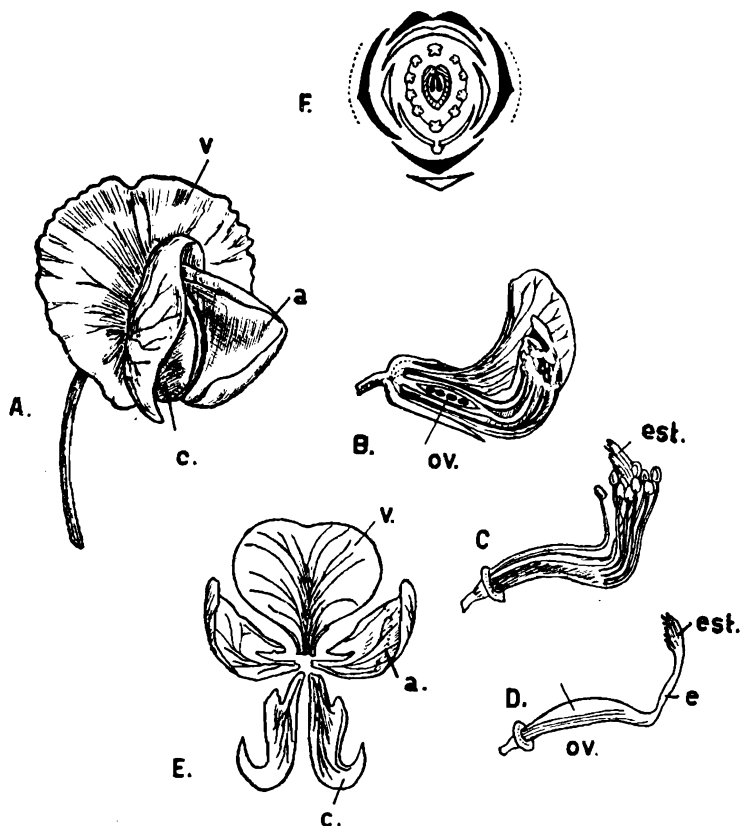


FIG. 35. Flor duma Papilionácea. A — Flor inteira. B — Corte longitudinal, evidenciando óvário e óvulos. C — Androceu, em cima o estame livre e, emergindo das anteras, o estigma. D — Gineceu. E — Corola desmembrada. F — Diagrama: a-asa; c-carena; e-estilete; est-estigma; ov-ovário; v-vexilo.

órgãos especiais, correspondentes a folhas, galhos ou raízes modificadas são chamadas *escandescentes*. Tôdas as *trepadeiras* que se fixam por enrolamento do seu caule, como certos feijões, são chamadas *volúveis*.

A análise do crescimento dos *caules* volúveis revela movimentos complexos e interessantes. Sua ponta livre, ao mesmo tempo que se alonga, descreve de duas em duas horas um círculo completo. Tal movimento, independente de estímulos exteriores, denomina-se *nutação*. A ponta do caule percorre uma espiral cada vez mais ampla, como se estivesse procurando um apoio. Encontrando-o, parece capaz de perceber o contato, pois enrosca-se apertadamente ao redor do mesmo.

Movimentos por crescimento em curva, orientados por um estímulo externo, — no caso citado o contato — são *tropismos*. Se o órgão da planta crescer na direção do estímulo, o tropismo será considerado positivo; caso se afastar, negativo. No exemplo é positivo.

As folhas do feijão permitem observar outro tipo de movimento vegetal. De dia se estendem ao sol e de noite ou sob escurecimento artificial, baixam os pedicelos e dobram os folíolos uns contra os outros, tomando o que se denomina de “posição de guarda”. Quando novamente iluminadas, voltam à posição normal. Neste caso é a luz e respectivamente a sua falta que fornece o estímulo para o movimento, mas não influi na sua direção. É indiferente que a iluminação da planta seja de cima, debaixo ou dos lados. A reação é a mesma. Tais movimentos, em geral executados por mecanismos parecidos com o dos foles, que se enchem ou esvaziam, são considerados *nastias* (fig. 36).



FIG. 36. A — Fôlha em posição normal. B — Fôlha na posição de guarda.

A *raiz* é do tipo axial. Ao arrancá-la da terra, nota-se a presença de inúmeras pequenas nodosidades (fig. 37). Cada nódulo é consequência duma infecção bacteriana, que se transformou em valiosa simbiose. (Comparar com a Unidade 7.) Contém milhares de pequenas *bactérias radicícolas* (fig. 38), capazes de transformar o nitrogênio do ar em nitratos. Estes são depositados nos nódulos da raiz do feijão. Symbiose semelhante é encontrada em muitas Papilionáceas e outras Leguminosas.

O *nitrogênio* é uma das substâncias mais importantes para a vida dos vegetais, pois entre outras coisas é indispensável para a

constituição do próprio citoplasma. Mas as plantas em geral são incapazes de aproveitarem diretamente a quase inesgotável riqueza de nitrogênio encontrada sob a forma gasosa no ar atmosférico.

Culturas de Leguminosas enriquecem o solo em nitrogênio. Culturas de outras plantas gastam as reservas nêle existentes. Por êste motivo cultivam-se certas leguminosas, enterrando-as em seguida ou deixando apodrecer pelo menos suas raízes no solo. Êste processo é chamado *adubação verde*.

O ciclo do nitrogênio no solo é de extrema importância para a vida vegetal. As plantas absorvem-no principalmente sob a forma de nitratos, que são utilizados para a síntese das suas proteínas. Estas podem ser utilizadas como alimento pelos animais. Os animais eliminam parte das substâncias nitrogenadas com as fezes e a urina, na qual aparecem sob forma de uréia, amônia, etc. A ação das bactérias nitrificadoras no solo transforma estas substâncias em nitratos que podem ser absorvidas pelas plantas. O apodrecimento dos cadáveres de animais e vegetais sob ação bacteriana constitui processo análogo para a produção de nitratos. Além disso, há formação de amônia em pequenas quantidades no ar atmosférico durante os temporais. Essa é dissolvida na água da chuva e levada ao solo. Chuvas com temporais aumentam a fertilidade.

O ciclo do nitrogênio pode ser resumido pelo esquema abaixo:



FIG. 37. Raiz com nódulos de bactérias.

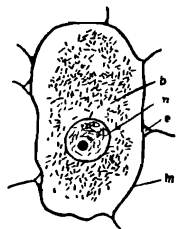
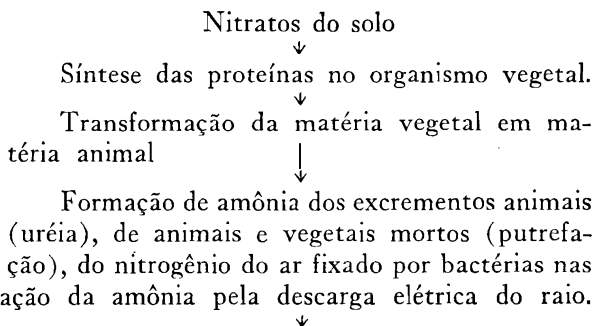


FIG. 38. Célula dum nódulo de raiz: b-bactérias; e-espaco intercelular; m-membrana celulosa; n-núcleo.



Transformação da amônia em nitratos pela ação das bactérias nitrificadoras no solo.

Afinidades:

Tôdas as plantas, cuja estrutura floral é semelhante à do feijão e que possuem frutos do tipo legume pertencem à grande família das *Papilionáceas*. O nome deriva do latim “papilio”, borboleta, e refere-se ao aspecto das duas pétalas laterais. Em alguns gêneros, porém, faltam a carena ou as asas. Pode acontecer que a corola esteja reduzida ao vexilo e nada mais. As inflorescências costumam ser cachos ou espigas.

As famílias *Papilionáceas*, *Cesalpináceas* e *Mimosáceas*, compõem a ordem *Leguminosas*. São unidas entre si por muitas propriedades da estrutura vegetativa e principalmente pela existência dum gineceu unicarpelar superior, que produz um legume, fruto, cuja estrutura pode ser facilmente deduzida do gineceu. As duas últimas serão exemplificadas nas Unidades 10 e 11. Tôda a ordem possui afinidades com as *Rosáceas*, com as quais tem em comum um cálice persistente até o amadurecimento do fruto, e outros característicos.

As *Papilionáceas* compreendem cêrca de 8000 espécies, muitas de grande valor para a humanidade, quer para nossa alimentação ou como forrageiras, quer como plantas ornamentais ou fornecedoras de variadas matérias-primas ou ainda como adubo verde.

A seguir citamos alguns exemplos:

1) Espécies de grande valor alimentício:

Feijão (Phaseolus vulgaris).

Ervilha (Pisum sativum), cujas fôlhas parcialmente transformadas em gavinhas, fornecem bom material para estudo de trepadeiras escandescentes.

Lentilha (Lens esculenta).

Amendoim (Arachis hypogaea), rico em azeite e fécula. Os pedicelos florais crescem para baixo e escondem a vagem madura na terra, exemplificando um geotropismo positivo em frutos.

Soja (Glycine hispida). Planta originária da Ásia, cujo cultivo aumenta entre nós cada vez mais, pois as suas sementes são extraordinariamente ricas em proteínas e gorduras, além de carboidratos. Serve à alimentação humana e para engorda de animais.

2) Ornamentais e medicinais:

Glicínia (Wistaria sinensis). Trepadeira com vastas espigas de flôres azuis ou brancas. Floresce na primavera.

Tipa (*Tipuana speciosa*). Árvore ornamental de flôres amarelas, freqüentemente cultivada nas ruas e parques das cidades sul-brasileiras. Indicada para reflorestamento.

Ervilha-de-cheiro (*Lathyrus odoratus*), apreciada trepadeira anual dos nossos jardins.

Acácia vermelha (*Sesbania punicea*). Acácia de flôres vermelhas.

Mulungu (*Erythrina mulungu* e outras spp.), árvores muito ornamentais de flôres vermelhas até alaranjadas. As sementes contêm princípios medicinais.

3) Adubação verde:

A maioria das espécies forrageiras e alimentícias serve também para o processo de adubação verde. Cultivam-se especialmente para tal fim espécies do gênero *Lupinus*, conhecidos por *tremoços*. São bastante ornamentais. Suas sementes podem servir de forragem, porém em certas qualidades são demasiadamente amargas. As folhas são *digitadas*, isto é, formadas por mais que 3 folíolos inseridos no mesmo ponto do pedicelo comum.

Exercícios:

Ao expor a estrutura floral, deve o professor exigir dos alunos o desmembramento e o exame das flôres e a montagem dos seus órgãos em cartolina, comparando-a com o diagrama correspondente. Além disto, é oportuno ensaiar a germinação das sementes do feijão e da ervilha, que se desenvolvem em poucos dias. Para acelerar o processo e para observação das fases iniciais, convém colocá-los entre folhas de papel-filtro ou mata-borrão molhados, numa placa-de-Petri fechada. Daí podem ser transplantadas para uma caixinha com terra úmida, ou melhor, para as soluções nutritivas indicadas na Unidade 5. É fácil cultivar feijão em solução de Knop completa, até à floração e frutificação.

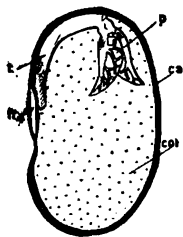


FIG. 39. Corte longitudinal numa semente de feijão; ca-casca; cot-cotilédono; h-hilo, isto é, lugar de desprendimento da semente; p-plúmula; r-radícula.

A semente do feijão é formada pelo embrião envolto pela casca (fig. 39). Sementes de outras plantas possuem entre embrião e casca quantidade maior ou menor dum tecido de células repletas com substâncias de reserva, denominado *endosperma* (2). (Comparar com a Unidade 5.) O embrião é composto de dois *cotilédones*, duma *radícula* e da *plúmula*.

Os cotilédones têm forma de duas conchinhas elípticas, mais ou menos planas e grossas. Contêm tanta substância de reserva que tornam desnecessária a presença dum endosperma. Constituem a principal parte nutritiva numa feijoada.

Geralmente sementes com cotilédones bem desenvolvidos e ricos em reservas possuem pouco ou nenhum endosperma; sementes com cotilédones relativamente pequenos e finos possuem bastante endosperma (compare com o milho). Fazem exceção os casos de simbiose, como o da orquídea (Unidade 7).

Radícula e plúmula, ficam entre os cotilédones. A primeira, numa extremidade das folhas germinativas, a segunda, mais para o centro.

A *radícula* ou raiz primária, produz o eixo principal do sistema radicular da planta adulta.

A *plúmula* é o botão do caule. Geralmente apresenta na sua ponta folhas ainda rudimentares e que lhe dão a semelhança duma finíssima pluma de pássaro.

As *substâncias de reserva* nos cotilédones são *grãos de amilo* (fig. 40). Sua estrutura e a do amilo de outras procedências é facilmente estudada ao microscópio, raspando um pouco da massa branca com a ponta dum bisturi ou dum canivete e montando as partículas resultantes em água, entre lâmina e lamínula.

A *germinação* (fig. 41 A) do feijão começa com o aumento de tamanho das sementes. Parecem inchar ao contato com a água.



FIG. 40. Grãos de amilo: A — Feijão. B — Batata inglesa.

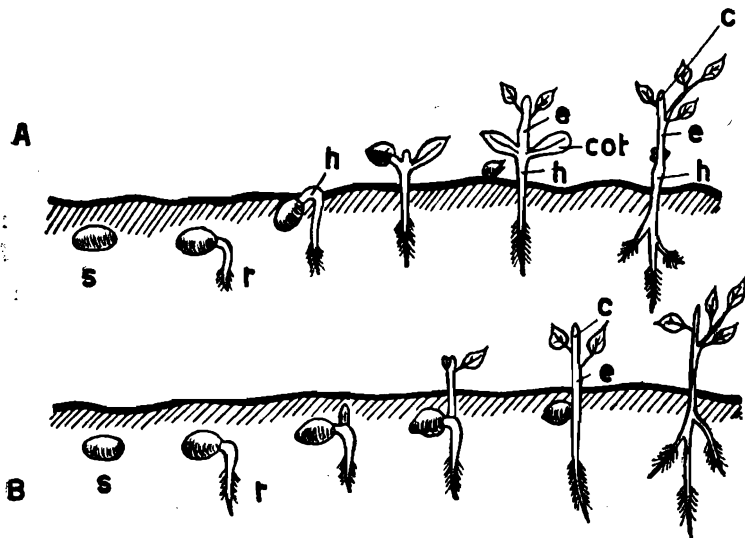


FIG. 41. Germinação da semente: A — Germinação epigéia. B — Germinação hipogéia; c-caule; cot-cotilédone; e-epicótilo; h-hipocótilo; r-raiz primária; s-semente.

A radícula é a primeira parte que começa a crescer. Força a sua saída através da casca e penetra no solo. Já possui coifa, zona lisa, zona dos pêlos absorventes e zona cortical. Em seguida, a parte da raiz bem próxima à semente encomprida-se e empurra a mesma para fora da terra. Esta zona de alongamento, que coincide aproximadamente com a porção compreendida entre a sua ramificação mais velha e os cotilédones, denomina-se *hipocótilo*.

Os cotilédones libertam-se da casca da semente. Podemos verificar os seus movimentos numa fita cinematográfica, tirada com câmara retardada. Lembra, então, os duma pessoa, que puxa a camisa pela cabeça. Estendidas à luz, tornam-se verdes e começam a contribuir para a alimentação da planta pela fotossíntese.

Depois, é a parte basal da plúmula que começa seu desenvolvimento. Alonga-se bastante para elevar os seus botões foliares acima do nível dos cotilédones, assegurando-lhes boa iluminação.

Os botões foliares desabrocham um atrás do outro. As primeiras folhas são simples. Já da terceira em diante costumam ter a forma ternada, normal. O pedaço entre os cotilédones e o primeiro nó (ponto de inserção duma folha) é denominado *epicótilo*. Dêste nó para cima é caule, assim como no caso análogo, da primeira ramificação para baixo, é raiz.

O número de folhas aumenta. Em algumas das suas axilas começam a brotar galhos laterais. Simultaneamente desenvolve-se o sistema radicular, ramificado. A planta toma sua forma adulta. Os cotilédones, exaustos murcham e caem. De início, ainda é possível verificar a sua antiga posição pelas cicatrizes deixadas no caule. Mais tarde, quando o mesmo se torna mais grosso e velho, também estas tendem a desaparecer. Então é praticamente impossível determinar a extensão exata do hipo e epicótilo (grego, *epí* = em cima, *hipo* = em baixo).

A semente do feijão empurra seus cotilédones para fora da terra, para a luz do dia. A *germinação* de tôdas as sementes que assim procedem é considerada *epigéia*.

Repetindo a mesma experiência com ervilhas, verifica-se uma diferença. O hipocótilo não se desenvolve, e em consequência disso, a casca da semente com os cotilédones, permanece em baixo da terra. Ao contrário do caso anterior, os cotilédones não chegam a enverdecer e executar a fotossíntese. São meramente órgãos de reserva. Sementes cujas folhas germinativas permanecem no solo apresentam o que se chama *germinação hipogéia* (fig. 41 B).

Hipo e epicótilo são zonas de transição anatômica entre raiz e caule (fig. 42). Podemos examiná-las facilmente no microscópio com lentes de pequeno aumento, montando cortes transversais, feitos com uma navalha bem afiada, entre lâmina e lamínula.

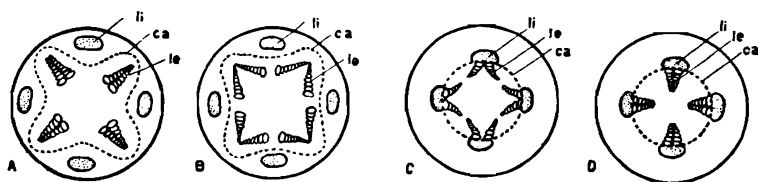


FIG. 42. Cortes transversais da raiz ao caule do feijão: A — Raiz. B — Hipocótilo. C — Epicótilo. D — Caule: ca-localização eventual do câmbio; le-vasos lenhosos ou lenho; li-tubos crivados ou liber.

Cortamos raízes, hipocótilos, epicótilos e caules dos nossos exemplares cultivados em solução nutritiva, para evitar as partículas duras aderentes aos cultivados em terra. Cada fatia deve ser tratada com HCl e floriglicina para tornar visíveis os feixes lenhosos. Os mesmos tomam coloração bem vermelha, perceptível a olho nu, se a reação fôr bem sucedida. Aplicamos os reagentes nos cortes já transferidos para a lâmina, porém ainda não cobertos pela lamínula. Antes de cobri-los com a mesma, devemos tirar o excesso de HCl com um pedacinho de papel mata-borrão e substituí-lo por glicerina, pois os vapores de HCl poderiam prejudicar o metal do microscópio.

Na raiz encontramos quatro pares de feixes liber-lenhosos. Os quatro feixes de lenho (fig. 42 A) têm posição semelhante a uma estrêla; o liber situa-se entre os braços da mesma. Os feixes lenhosos bipartem-se no hipocótilo (fig. 42 B). Cada metade tende a deslocar-se para um dos 2 feixes liberianos vizinhos. No epicótilo (fig. 42 C) agrupam-se por detrás destes. No caule (fig. 42 D) unem-se com os mesmos num novo feixe que forma com o liber um *feixe liber-lenhoso aberto colateral*.

Através deste complexo deslocamento ligam-se os elementos condutores da seiva na raiz e no caule.

O sistema vascular da planta forma desvios para os galhos. O mesmo acontece com as folhas, nas quais é situado nas nervuras. Há uma particularidade interessante. A formação de ramificações de caules e raízes começa de dentro para fora, com a emissão dum desvio dos vasos. Nas folhas, começa com um botão, oriundo da epiderme. E os vasos das nervuras ligam-se posteriormente ao sistema de condução do caule.

O estudo da flor e da semente do feijão, bem como a sua germinação e demais características nos levam a ponderar outro aspecto da matéria exposta. Todos os exemplos das Unidades 1-7 possuem flôres fundamentalmente trímeras e caules com feixes liber-lenhosos fechados. O embrião das suas sementes apresenta um único cotilédone. São *Monocotiledôneos*.

A Roseira, o feijão e os exemplos a serem apresentados pelas Unidades seguintes até à de número 24 pertencem aos *Dicotiledôneos*. O embrião das suas sementes têm 2 cotilédones; seus caules apresentam feixes liber-lenhosos abertos, suas flôres são quase tôdas pentâmeras.

As diferenças entre êstes dois grandes grupos dos Angiospermas são tão evidentes que convém fazer experiências de classificação nas excursões e nos passeios. A seguir damos um esquema dos característicos a serem verificados:

Monocotiledôncos:

Flôres trímeras (há exceções)

Fôlhas geralmente paralelinérvias, sem ramificações das nervuras. Com lígula (há exceções).

Caule subterrâneo ou herbáceo. Poucas formas arborescentes. Feixes liber-lenhosos fechados. Não existe aumento anual de diâmetro (há exceções).

Raiz geralmente fasciculada.

Embrião com um cotilédone.

Dicotiledôneos:

Flôres pentâmeras, tetrâmeras, dímeras, polímeras, excepcionalmente trímeras.

Fôlhas ordinariamente penínervias etc. Nervuras ramificadas. Estípulas (há exceções).

Caule subterrâneo, herbáceo, arbustivo ou arbóreo. Feixes liber-lenhosos abertos, dispostos no câmbio. O diâmetro aumenta regularmente cada ano (há exceções).

Raiz geralmente axial.

Embrião com 2 cotilédones.

Nem sempre há concordância perfeita dos caracteres isolados, pois todos permitem exceções. Neste caso a decisão é tomada pela maioria, com ênfase especial no número de cotilédones.

Na presente Unidade foi tratado o ciclo do nitrogênio no solo. Consideramos êste elemento mineral quantitativamente o mais importante entre os que não participam diretamente na fotossíntese. Por isto, aconselhamos a repetição das experiências com soluções nutritivas, a fim de aprofundar os conhecimentos relativos à importância dêste e dos outros sais minerais para a nutrição. Elucidamos o valor da adubação verde e da adubação em geral (Unidade 5). Entretanto é fácil notar que a fertilidade dum solo não é simples e puramente resultado do seu teor em sais minerais. Também depende de suas propriedades físicas e do pH.

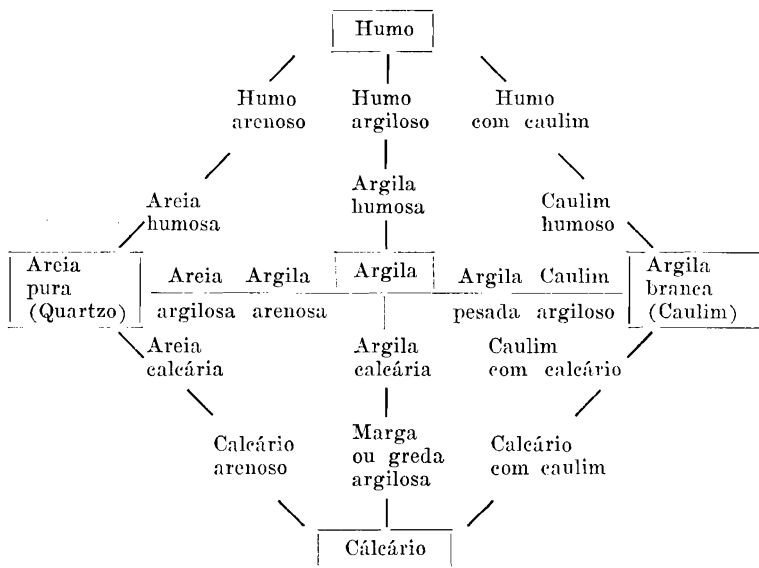
O *solo* não é uma massa homogênea. Para prová-lo basta realizar uma experiência muito simples (fig. 43). Sacudimos uma colher de chá dum solo qualquer num tubo de ensaio com 2/3 de água. Após algumas horas ou dias, conforme o caso, teremos a sedimentação dos componentes em camadas superpostas de acordo com a sua granulação e densidade. Talvez pequena parte continuará em suspensão. A proporção desses componentes influi na permeabilidade do solo, na sua capacidade de reter a água da chuva e com ela sais solúveis, na sua capacidade de conduzir o calor solar, na ventilação e na sua composição, e essas características têm influência decisiva sobre o desenvolvimento dos vegetais.



FIG. 43. — Análise rápida da composição do solo: A — Tubo de ensaio com amostra de solo. B — Após a sedimentação: 1-partículas grossas, pedregulho; 2-argila e caulim; 3-areia; 4-partículas finíssimas e substâncias húmicas.

Plantas diferentes preferem solos e adubos variados. Isto se verifica facilmente na própria natureza, comparando as diferenças entre o solo e a vegetação das florestas, dos cerrados, dos campos, das dunas arenosas ou dos pântanos.

Os tipos principais de solos são areias, argila, humo, caulim e calcário. Os melhores solos aráveis costumam ser compostos duma mistura dos elementos citados. Combinações frequentes e importantes são as do esquema seguinte:



Naturalmente há também misturas mais complexas não citadas.

A *areia* é formada por pequenas partículas de quartzo. É leve, muito bem ventilada, perfeitamente permeável. Não endurece ao secar sob a ação do sol. A água da chuva acumula-se nos espaços capilares e evapora-se facilmente. Sais minerais aproveitáveis faltam.

A *argila* é um tipo de solo pesado, em geral avermelhado, bastante duro quando seco, pouco permeável, mal ventilado. Retém bem a água da chuva e é rico em substâncias minerais. Sua quantidade depende do tipo de rocha que lhe deu origem. Argila de basalto é muito fértil, quase inesgotável.

O *caulim* possui propriedades semelhantes às da argila. É esbranquiçado. Quando molhado, torna-se muito plástico e não perde a sua forma ao secar. A argila costuma esfarelar aos poucos ou rachar sob a ação do sol. O caulim é composto de silicato de alumínio, produto da decomposição de feldspatos sob a ação dos ácidos húmicos. Não tem valor nutritivo para as plantas. É matéria-prima excelente para fabricação de tijolos, telhas, louças e outros artigos cerâmicos.

O *calcário* é de cor cinzenta e pode ser facilmente reconhecido por um ensaio rápido. Adicionando-se um pouco de HCl desprende bolhas de gás carbônico, dando a impressão de estar fervendo. Além de conter sais minerais indispensáveis, é um dos elementos que alcalinizam o solo.

O *humo* é fôfo e preto. Resulta da decomposição de substâncias orgânicas, vegetais e animais. Encontramo-lo principalmente nas florestas. É de todos os solos o mais rico em substâncias nutritivas. Devido à grande quantidade de partículas coloidais, possui extraordinário poder de armazenamento de água. Sua reação é ácida.

Um solo ideal seria composto dos tipos acima esboçados, misturados em tal proporção que resultasse uma estrutura granulosa média, bem ventilada, permeável, com boa condutibilidade de calor, rica em substâncias nutritivas, pH levemente alcalino e que retivesse a água da chuva, absorvendo-a nas partículas coloidais.

Misturas de humo, areia e argila aproximam-se ao ideal. Os jardineiros costumam controlar a terra dos jardins e dos vasos de flores, misturando seus componentes em proporções adequadas e peneirando o produto final para conseguir granulação homogênea e boa. Aconselhamos a realizar experiências dessas misturas.

UNIDADE 10

O FLAMBOYANT

(*Poinciana regia*)

Material:

Os assuntos tratados nesta Unidade visam a exercitar a capacidade de observação dos alunos, aumentar seu conhecimento sobre os vegetais característicos da região, despertar o senso estético e um justo orgulho pela beleza dos parques e da arborização das cidades brasileiras. A matéria deve ser apresentada em passeios e excursões com discussão posterior em aula. Nas poucas localidades onde não existe o flamboyant poderá ser substituído por outra espécie da mesma família. Em qualquer caso é aconselhável o estudo de um número maior de espécies afins.

Exposição:

O *Flamboyant*, originário de Madagáscar, é uma das árvores mais belas que enriquecem ruas, praças e parques das nossas cidades. Sensível ao frio desenvolve-se melhor no centro e no norte do que no extremo sul do Brasil (fig. 44).



FIG. 44. Flamboyant: A — Flor, B — Diagrama.

Seu *tronco* cresce rapidamente e ramifica-se em galhos majestosos, poucos metros acima do solo.

As *fólias*, grandes, biparipenadas, possuem inúmeros folíolos pequenos. Qual delicada filigrana verde, dão sombra e emprestam à árvore singular atrativo, mesmo quando desprovida de flôres.

Durante a noite, juntam os folíolos uns contra os outros, como se estivessem adormecidos, tomando a posição de guarda, que já conhecemos do feijão (Unidade 9).

As *flôres* são grandes e de côr vermelho-purpúrea.

Seu cálice é composto de 5 sépalas coloridas.

Sua prefloração é valvar.

Prefloração valvar significa que as respectivas fôlhas no botão ficam uma ao lado da outra, preenchendo o espaço disponível qual válvulas perfeitamente ajustadas. Não encobrem suas bordas.

A corola, pentâmera, grande e vistosa, é um pouco comprimida lateralmente. A prefloração das 5 pétalas é imbricada.

Prefloração imbricada significa uma posição no botão em que cada fôlha cobre a margem de uma ou ambas as vizinhas, como as telhas do telhado, que vedam a passagem da chuva.

As pétalas da flor do feijão também mostravam prefloração imbricada. De tôdas, as duas pétalas componentes da quilha são as de posição mais próxima ao centro. Para encontrá-las no diagrama (fig. 35 F), precisamos vir de cima para baixo. Tal distribuição é denominada *imbricação descendente*. Esta é característica para as Papilionáceas.

Para encontrar a pétala correspondente no diagrama do flamboyant precisamos subir (fig. 44 B). A pétala superior fica mais próxima ao centro. A *imbricação* é *ascendente*, característica das Cesalpínáceas, família à qual o nosso exemplo pertence.

O *androceu* é composto de 10 estames livres.

O *gineceu* consta dum único carpelo pluriovulado, que dá origem a um legume achatado, enorme, que atinge a 30-50 cm de comprimento por 5-8 cm de largura.

O amor e o respeito às árvores dão cunho simpático e atraente às cidades brasileiras. Nas ruas costuma haver fileiras de árvores acolhedoras e serenas, que fornecem sombra e abrigo contra os raios inclementes do sol estival. Quem passa tôda a vida no nosso país talvez não chegue a sentir conscientemente a alegria, paz de espírito e conforto que êsses embelezadores naturais dão ao ambiente. Já o turista dificilmente esquecerá a visão empolgante duma avenida brasileira com jacarandás de flôres azuis, com ipês amarelos, com palmeiras majestosas ou a chama escarlata do flamboyant florido.

O valor estético e turístico da arborização das cidades é indiscutível.

Além disto, existem outras razões para incentivá-la. Lembra-mo-nos que todos os organismos vivos, sejam plantas ou animais, respiram, isto é, queimam no corpo matéria orgânica, para obter a energia necessária à sua vida. Ao fazê-lo, gastam oxigênio do ar e expelem gás carbônico. A aglomeração de pessoas nos grandes centros e mesmo nas cidades médias e pequenas produz o mesmo efeito. Sua respiração empobrece o ar em oxigênio, enriquecendo-o em gás carbônico e outros produtos, metabólicos inconvenientes. Também os motores dos inúmeros automóveis, as fábricas e as próprias chaminés das casas, usando o mesmo princípio fundamental para libertar energia, contribuem extraordinariamente para agravar o problema.

A *fotossíntese* realizada pelas plantas verdes quase sempre com intensidade 20 a 30 vezes maior que a respiração, absorve grande quantidade desse gás carbônico, fixa o carbônio e liberta o oxigênio, tão necessário ao nosso bem-estar.

As árvores estão especialmente adaptadas para exercerem essa função saneadora devido ao seu grande tamanho e à enorme quantidade de folhas. A reserva de áreas convenientes para parques e jardins públicos, além de constituir justo orgulho das comunidades brasileiras, são pelos motivos higiênicos expostos, exigências inalienáveis em qualquer planejamento urbanístico.

Afinidades:

A família das *Cesalpináceas* é bem caracterizada pela estrutura floral acima descrita e pelas folhas paripenadas ou biparipenadas. Compreende árvores, arbustos e ervas. Os gêneros *Poinciana*, *Caesalpinia*, *Cassia* e *Bauhinia* apresentam muitas espécies extraordinariamente ornamentais ou historicamente interessantes. *Poinciana* e *Caesalpinia*, muito semelhantes quanto à flor e às folhas, podem ser distinguidas pelos cálices. No primeiro há prefloração valvar; no segundo, prefloração imbricada. As *Cássias* apresentam flôres amarelas e folhas paripenadas com poucas exceções, como p. ex. a *Cassia javanica*, de flôres róseas, muito cultivada entre nós. As *Bauínias* podem ser reconhecidas pelas folhas, formadas dum único jugo de folíolos concrescidos, cujo aspecto lhes granjeou a denominação popular de "Pata-de-vaca".

Exemplos:

Pau-Brasil — (*Caesalpinia echinata*), cuja madeira vermelha côr de brasa deu nome ao nosso país.

Pau-ferro — (*Caesalpinia ferrea*), que possui madeira extremamente dura.

Flor-de-pavão — (*Caesalpinia pulcherrima*). Pequena árvore ornamental de lindas flôres vermelhas e amarelas.

Canafístula — (*Cassia fistula*), cujos cachos de flôres côr de ouro chamam a atenção de longe.

Grapiapunha — (*Apuleia leiocarpa*). Árvore majestosa, cuja madeira tem grande valor comercial no sul do país. O fruto é alado.

Guapurucu — (*Schizolobium parahybum*). Árvore grande, de crescimento rapidíssimo, com enormes fôlhas triparipenadas. Seus legumes, dotados duma única semente, lembram minúscula raqueta de tênis. As sementes planas e escuras são utilizadas como fichas para jogar.

Pata-de-vaca — (*Bauhinia candicans*), caracterizada pela forma das fôlhas e pelas grandes flôres alvas.

Exercícios:

É óbvio que cada aluno deve ser levado a analisar individualmente a estrutura floral descrita na exposição. Com isto torna-se apto a reconhecer a família.

Para desenvolver a sua capacidade de observação e os seus conhecimentos florísticos, convém mandá-lo coletar material das espécies cultivadas e nativas da respectiva região. Será problema interessante para os alunos tentar elaborar uma chave de classificação, baseada na estrutura muito variável dos legumes. O professor deve encarregar-se, previamente, da classificação de material, mencionando, sempre que possível, os nomes populares.

UNIDADE 11

O ANGICO

(*Piptadenia rigida*)

Material:

O Angico pode ser encontrado nos nossos matos ou cultivado nos parques florestais. O professor deve ter em mente que a maioria das Mimosáceas encontradas nos passeios e nas excursões mostram características semelhantes ao tipo escolhido. O Angico deve ser explicado de preferência ao ar livre. Os ensinamentos de maior importância cultural contidos nesta Unidade são os que se referem aos matos e à sua relação com a vida humana, e êstes podem ser ministrados na sala de aula.

Exposição:

O *Angico* (*Piptadenia rigida* e outras espécies) é árvore de grande porte, comum nas matas brasileiras. Sua madeira vermelha e resistente é utilizada para dormentes das estradas de ferro e para construções em geral.

Suas *fóllhas* são biparipenadas, compostas de minúsculos folíolos oblongos (fig. 45).

As *flôres* (fig. 46), sésseis e pentâmeras, formam espigas alongadas. Possuem 5 sépalas, 5 pétalas, 10 estames e 1 carpelo. A prefloração é valvar.

O *fruto* é um legume achatado, dotado de 3 a muitas sementes (fig. 47).

A espécie pode ser propagada facilmente pelas sementes, que germinam rapidamente, ou simplesmente por estacas.

Seu plantio e o de outras essências florestais valiosas, em escala cada vez maior, constitui um imperativo absoluto para o bem-estar do Brasil futuro, quer sob o ponto de vista econômico-comercial, quer sob o ponto de vista agrícola e bioclimatológico. Devemos conservar as nossas matas. Em muitos Estados já fomos obrigados a reflo-

restar, isto é, reconstituir a antiga cobertura florestal. Em tôdas as partes do nosso país devemos tentar introduzir tratos silviculturais racionais, científico-econômicos. Vejamos algumas das razões para isso.

A importância comercial e industrial da madeira cresce com a população do país. Para um número maior de pessoas, precisam-se de mais casas, mais móveis e outros objetos de madeira. As indús-



FIG. 45. Galho de Angico com folhas e inflorescências.

trias químicas, a fabricação de papel, para não falar da lenha como combustível, abrem novas lacunas para serem preenchidas pela mesma matéria-prima.

Os nossos matos, como qualquer cultura agrícola, produzem, pelo crescimento, anualmente, determinada quantidade de madeira, proporcional ao total da nossa área florestal e do número de árvores maduras para o corte nela existentes. Se desejamos evitar a dimi-

nuição constante e finalmente a exaustão total desta valiosa colheita, devemos replantar anualmente, no mínimo tantas árvores da mesma espécie quantas forem abatidas. Uma silvicultura racional pretende estabelecer um rodízio equilibrado, produzindo anualmente pelo menos tanto quanto se gasta. O número de árvores que o terreno tratado comporta, deve ser dividido pelo número de anos necessários para o amadurecimento ideal da espécie. Quantidade igual ao resultado deve ser replantado anualmente. Assim se consegue, após o primeiro rodízio completo, uma produção constante e máxima de madeira.

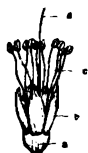


FIG. 46. Flor isolada do Angico: a-cálice; b-corola; c-estame; d-estilete.

A idade ideal de madureza deve ser ensaiada para cada espécie, pois árvores muito novas possuem troncos insuficientemente desenvolvidos e, depois de certa idade, o acréscimo anual de volume torna-se demasiadamente pequeno para ser rendoso. Também métodos adequados de plantio, cultivo, limpeza do mato, controle das espécies componentes e seleção das variedades plantadas, podem contribuir cada vez mais para o aumento da colheita anual por área, melhorando e barateando o produto. Assim se procede racionalmente. Infelizmente ainda prevalece no Brasil o método do corte descontrolado, sem replantio suficiente e eficaz. Nossa economia nacional, especialmente a dos Estados sulinos, muito já se está ressentindo dessa devastação impatriótica.

Mas não é esta a única e nem talvez a função mais importante da existência de florestas extensas num país. As árvores influem diretamente sobre a conservação e fertilidade do solo arável e também amenizam o clima.

Copas frondosas, ramarias e raízes retêm as chuvas, diminuem a velocidade de escoamento, evitando o perigo da erosão e regulando o nível dos rios e riachos. Estes, quando rodeados por florestas naturais, sobem ou baixam as suas águas lentamente.

Após um período de chuvas copiosas, costumam subir durante 3-4 dias, mantêm a alta durante o período aproximado duma semana, e levam de 3-4 dias para voltarem ao nível normal. Desflorestadas as cabeceiras e as margens, atingem seu nível máximo em poucas

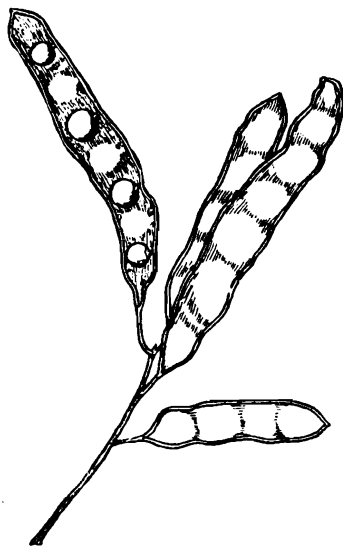


FIG. 47. Legume do Angico.

horas, arrastam solo e culturas numa violenta torrente inundatória, baixam ao nível mínimo poucas horas ou dias após a cessação da chuva, deixando as terras adjacentes depauperadas e sêcas. O solo arável erodido é depositado finalmente nos mares, donde não pode ser recuperado para a agricultura.

Além desta influência passiva, exercem as matas uma ação ativa sobre o ciclo das águas. Contribuem para a produção de chuvas periódicas e regulares, mantendo e aumentando a fertilidade do solo.

Tôdas as plantas evaporam água através das fôlhas. Esta evaporação não é passiva como nos lagos, mares, etc.; é ativa e atinge a valôres consideráveis. O fluxo de água nos vegetais movimentam a seiva e com isto supre as células dos sais minerais indispensáveis. É constante e não pode ser paralisado. A *evaporação* é o principal motor dêsse trabalho. Pequenas plantas, capins e ervas, gastam aproximadamente seu próprio pêso em água por dia: um pé de milho 4 litros por dia, uma tamareira 750 litros por dia e uma árvore grande cêrca de 1000 litros diários. Com 1 m² de superfície dum lago evapora cêrca de 70 cm³ por dia, isto significa que uma árvore umedece a atmosfera com a mesma intensidade que um lago de 15 000 m² de superfície. A mata contribui, assim, para o aumento da unidade atmosférica local, e como a própria evaporação diminui a temperatura, provoca simultâneamente movimentos atmosféricos de cima para baixo, que são favoráveis à precipitação das nuvens sob a forma de chuva. Em suma, a influência das florestas regula a temperatura e o regime das precipitações, impedindo excessos. E ainda mais: a parte fértil do solo, mais importante para o crescimento das plantas cultivadas é formada pelo humo, especialmente pelos ácidos humosos hidrossolúveis, decorrentes da decomposição lenta das fôlhas caídas e dos vegetais mortos das florestas. Os ácidos humosos são arrastados pelas chuvas para camadas cada vez mais profundas da terra, até o lençol-d'água. Plantas menores recuperam pequena parte destas preciosas substâncias a meio caminho, mas sômente as árvores possuem raízes suficientemente profundas para atingir as águas subterrâneas e levantar com elas os preciosos sais nutritivos. Fazem o papel duma bomba, que suga para cima as partes perdidas depositando-as sob a forma de fôlhas caídas na superfície, onde ficam novamente disponíveis para a agricultura em geral. Produzem um verdadeiro ciclo (fig. 48) de água e sais, que combate de maneira eficaz a lixiviação do solo, pois tudo que escapar à sucção das suas raízes, vai-se escoar para os riachos, rios, etc., sendo, por fim, levado para os oceanos, onde se perde definitivamente.

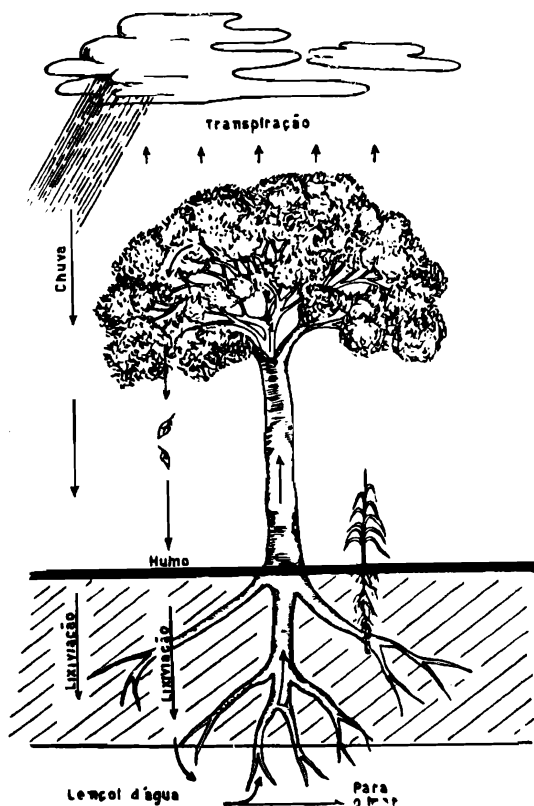


FIG. 48. Esquema do ciclo da água.

Afinidades:

As *Mimosáceas* são caracterizadas pela estrutura floral descrita para o *Angico*. As flôres podem ser pentâmeras, tetrâmeras ou trímeras. Sempre possuem cálice e corola insignificantes, de preflorescência valvar. Os filêtes dos estames compridos e coloridos ou brancos, constituem a parte esteticamente atrativa das suas flôres. Formam o aparelho chamariz para os polinizadores.

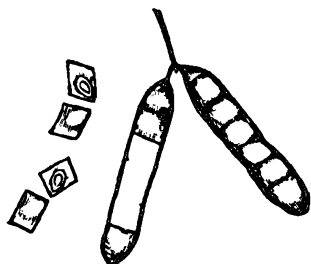


FIG. 49. Lomento duma Mimosa; à esquerda, fragmentos com sementes.

O fruto é um legume típico, que se abre por duas valvas ou, *lomento*, como no gênero *Mimosa*. O lomento não se abre (fig. 49). Quebra em tantos artigos quantas sementes tem. Do legume original fica somente uma espécie de moldura.

Exemplos:

Ingá — (*Inga edulis* e outras esp.) Árvores com fôlhas paripenadas, de asa verde nos pedicelos. Seus legumes são polpudos, adocicados e comestíveis.

Timbaúva ou *Orelha-de-macaco* — (*Enterolobium contortisiliquum*) — Árvore de grande porte e crescimento rápido. Seu nome popular indica a semelhança existente entre o legume curvado escuro e a orelha dum símio. Fôlhas bipenadas.

Topete-de-cardeal — (*Calliandra tweedii*). — Arbusto armado com acúleos recurvados e muito pontiagudos, ornado de delicadas fôlhas bipenadas e muito ornamentais. As inflorescências formam com os seus estames compridos pequenos funis purpúreos.

Quebra-foice — (*Calliandra brevipes*). — Arbusto ornamental com estames rosados.

Acácia negra — (*Acacia mollissima*). — Árvore oriunda da Austrália, cultivada em larga escala, para a extração do tanino da sua casca. Estames amarelos.

Maricá — (*Mimosa sepiaria*). — Arbusto com inflorescências globulosas de estames brancos. Utilizado para formar cêrcas vivas impenetráveis, devido à grande quantidade de acúleos pequenos e muito afilados.

Unha-de-gato — (*Acacia bonariensis*). — Semelhante à anterior e comum no sul do Brasil. Distingue-se pelos estames amarelados e pelo legume típico. Tôdas as espécies do gênero *Mimosa* possuem lomentos.

Sensitiva — (*Mimosa pudica*). — Arbusto pequeno, quase rastejante, com fôlhas dígito-penadas e flôres com estames róseo-arroxeados. A planta é afamada pela irritabilidade de suas fôlhas, que tomam “posição de guarda” após qualquer choque, queimadura ou irritação química (movimento traumatonástico; do grego, *trauma* = lesão).

Mimosáceas, *Cesalpináceas* e *Papilionáceas* formam a ordem *Leguminosas*. Possuem tal afinidade entre si que podem ser consideradas família ao invés de ordem, e os seus componentes, então degradados à categoria de subfamília com a denominação de *Mimosóideas*, *Cesalpinóideas*, e *Papilionóideas*, respectivamente. *Mimosáceas* possuem prefloração valvar da corola; *Cesalpináceas*, prefloração imbricada ascendente; *Papilionáceas*, imbricada descendente. Entre os caracteres que têm em comum ressaltam o gineceu súpero,

o fruto tipicamente legume, a posição de guarda das folhas e a capacidade de viver em simbiose com as bactérias radicólicas.

Entre os Dicotiledôneos formam um grupo de grande utilidade para a humanidade, somente igualado em valor pela família das Gramíneas, que pertence aos Monocotiledôneos.

Exercícios:

Durante a noite tôdas as Mimosáceas fecham os folíolos em posição de guarda. De manhã estendem-se de novo aos raios do sol (movimento nictinástico ou fotonástico).

Algumas espécies, entre as quais a Sensitiva, executam movimentos sob o efeito de estímulos mecânicos, térmicos, elétricos ou químicos, e com tal velocidade que se torna interessante e instrutivo observá-los.

A Sensitiva (fig. 50) pode ser cultivada em vasos de flôres a partir de sementes. Em apenas um ano desenvolve-se plenamente.



FIG. 50. Galho duma Sensitiva: à esquerda, em posição normal: à direita, em posição de guarda.

Tocando a ponta duma folha levemente com o dedo ou um palito de fósforo, veremos que os folíolos atingidos se fecham e que o fenômeno se alastra aos poucos em direção ao pedicelo comum, dali para os outros raios da folha e finalmente provocará o rebaixamento do próprio pedicelo, como na posição noturna. Se o choque fôr suficientemente forte, estenderá seu efeito às folhas vizinhas e até à planta inteira. Passado algum tempo, retorna ao seu aspecto normal. A transmissão da irritação é suficientemente lenta para poder ser acompanhada facilmente pelo observador. Estímulos produzidos por leve queimadura com a chama dum fósforo, por faísca elétrica, pela ação duma gôta

de ácido ou álcali forte produzem reações semelhantes. O simples contato rápido da chama com a ponta dum folíolo costuma produzir o rebaixamento de várias folhas.

É interessante notar que a planta perde esta sensibilidade quando mantida por alguns minutos sob uma campânula de vidro com clorofórmio. Fica temporariamente imobilizada, como um animal insensibilizado pela narcose. Aliás, servem estas experiências para dar ênfase ao fato de que a capacidade de percepção de estímulos de muitos tipos não é privativa dos organismos animais; ao con-

trário, existe também nos vegetais e parece inerente ao próprio citoplasma das células vivas em geral.

Outra experiência interessante é a que se segue: Corta-se um galho duma Sensitiva, para depois ligá-lo novamente ao caule original com tubos de borracha e vidro, cheios de água. Mesmo assim, o estímulo poderá ser transmitido aos galhos adjacentes através da água do tubo.

UNIDADE 12

O ABACATEIRO

(*Persea gratissima*)

Material:

O material necessário para a aula consta principalmente de flôres de Abacateiro e de outros vegetais abaixo citados. Quando não pode ser colhido diretamente na árvore, por não coincidir com a época primaveril de florescimento, deve ser coletado previamente e conservado pelo professor. Basta guardar as flôres num recipiente bem fechado em cima de algodão embebido em clorofórmio, ou numa garrafa com álcool a 70%, ou ainda em solução aquosa de formol a 4%. Também uma mistura em partes iguais de glicerina e álcool absoluto serve muito bem para conservá-las.

Exposição:

O *Abacateiro* é árvore frutífera, cultivada em todo o Brasil. É fácil plantá-lo por semente, se bem que leva mais de cinco anos para frutificar, mesmo quando enxertado.

Suas *fôlhas* são simples, coriáceas, inteiras com 8-22 cm de comprimento por 4-15 cm de largura. Sua forma varia entre oblonga, elíptica, lanceolada e obovada.

Os tipos de *fôlhas* acima citados (fig. 51) divergem um do outro pela simetria e pelas proporções entre largura máxima e comprimento. Uma *fôlha* é *oblonga* quando o seu comprimento iguala três a quatro vezes a largura má-

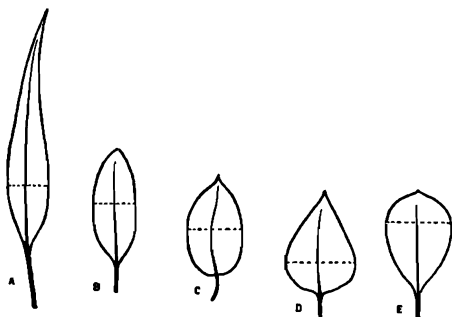


FIG. 51. Tipos de *fôlhas*: A — Lanceolada. B — Oblonga. C — Elíptica. D — Ovada. E — Obovada.

xima e esta acha-se no centro do eixo longitudinal; se, em posição igual, for 2 ou 3 vezes a largura máxima, será chamada *elíptica* ou *oval*. Quando a largura máxima ficar mais próxima ao pecíolo, denominar-se-á, à primeira *fôlha*, *lanceolada*; e à segunda, *ovada*.

Invertendo a mesma forma, de maneira que a parte mais larga se situe próxima à ponta da lâmina, obteremos folhas *oblanceoladas* e *obovadas*, respectivamente.

A flor (fig. 52) é pequena e esverdeada. Sua fórmula é $P\ 3 + 3\ A\ 3 + 3 + 3 + G\ 1$. Muito característicos são os estames. Suas anteras abrem-se por dois pares de valvas, superpostas (fig. 54 A).



FIG. 52. Flor do abacateiro, ampliado.

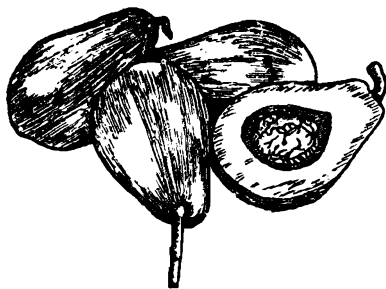


FIG. 53. Frutos do abacateiro.

O fruto é uma drupa grande e verde (fig. 53). Ao redor do caroço, que encerra a semente, fica um mesocarpo carnoso e esverdeado, que é aproveitado para preparar deliciosas sobremesas e maioneses. Seu valor alimentício equipara-se ao da carne de boi de boa qualidade, pêso por pêso.

Afinidades:

O abacateiro pertence à família das *Lauráceas*, caracterizada pelas flôres trímeras com estames, cujas anteras se abrem por duas ou quatro valvas. Seus componentes são árvores e arbustos, muitos dêles, tanto nacionais, como exóticos, de grande valor para a humanidade.

Nos nossos matos crescem muitas árvores denominadas "Canelas" pertencentes aos gêneros *Ocotea* e *Nectandra*, o primeiro com anteras que se abrem por 4 valvas; o segundo, com anteras de 2 valvas. Tôdas elas apresentam uma casca aromática, que lembra a *Canela verdadeira* ou *de cheiro* (*Cinnamomum zeylanicum*), originária da ilha de Ceilão, e cuja casca é usada para aromatizar doces etc. As nossas, produzem madeiras de boa qualidade e são, em geral, de crescimento rápido.

Parente próximo das mesmas é a afamada Imbuia (*Phoebe porosa*) uma das essências de maior importância para os Estados de S. Catarina e Paraná. Outras espécies importantes são a *Canforeira* (*Cinnamomum camphora*), do Japão, e o *Louro* (*Laurus nobilis*). Das folhas, dos galhos e da madeira da primeira extrai-se a cânfora comercial. As folhas do louro, originário do Mediterrâneo, desde a antiguidade simbolizam a glória e a fama. Entre nós o

louro é cultivado como árvore ornamental e para usar as folhas como tempêro. Não deve ser confundida com a árvore nativa, brasileira, de nome popular igual (*Cordia hypoleuca*) da família das Borragináceas.

As Lauráceas pertencem à numerosa ordem das *Policárpicas* ou *Ranales*, da qual citamos: a *Noz-moscada* (*Myristica fragrans*), da família *Miristicáceas*, originária das Ilhas Molucas; a *Pinha* (*Anona spp.*), da família *Anonáceas*, com os seus frutos de gosto adocicado; as *Magnólias* (*Magnolia grandiflora* e outras espécies) da família *Magnoliáceas*, com suas grandes flôres alvas; as *Esporeiras* (*Delphinium vulgaris*) e as *Aquilegias* (*Aquilegia vulgaris*), ambas pertencentes à família das *Ranunculáceas*; e finalmente, as *Ninfeáceas*, que serão objeto da Unidade 13.

Exercícios:

O estudo das Lauráceas oferece excelente oportunidade para demonstrar a estrutura dos estames. Os mesmos podem ser arrancados das flôres com uma pinça para observação com lupa, ou se forem muito pequenos, ao microscópio. Neste caso, convém montá-los na lâmina com um pouco de cloral-hidratado. Aquecendo o estame neste líquido torna-se mais transparente e, se fôr tirado de flor herborizada, readquire a sua forma normal.

Todos os estames (fig. 54) são compostos por filête e antera. A antera consta de duas tecas ligadas pelo conetivo. Cada teca pode apresentar duas lojas. No seu interior formam-se os grãos de pólen. O número e o tamanho das partes podem variar. Para a classificação dos vegetais são especialmente importantes a maneira de abertura

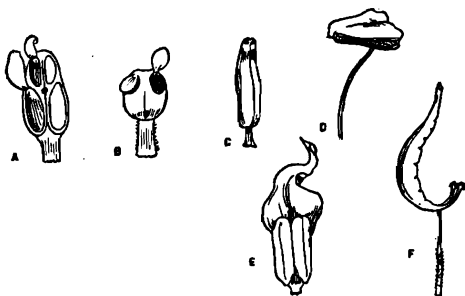


FIG. 54. Tipos de estames: A e B — com deiscência valvar (Lauráceas); C — Deiscência porícida (Solanáceas); D — Deiscência rimosa (Rosa); E — com conetivo apiculado (Violáceas); F — com conetivo apendiculado (Melastomáceas).

(deiscência) das anteras e a forma do conetivo. O *abacateiro* mostra deiscência valvar, filêtes curtos e conetivos pouco desenvolvidos. Conetivos interessantes existem na *violeta* (Violáceas), na *flor-de-quaresma*, (Melastomáceas) e de um modo geral nas flôres dessas duas famílias.

A *Roseirã* e a *Açucena* fornecem exemplos para deiscência *rimosa* (por fenas longitudinais). O *Tomateiro* e outras Solanáceas possuem anteras *porícidas*, isto é, que se abrem por meio dum ponto situado na extremidade da teca.

UNIDADE 13

O MARURU

(*Victoria-regia*)

Material:

É objetivo desta Unidade ampliar os conhecimentos florísticos do aluno chamando a sua atenção para representantes muito belos da flora aquática e para as suas características ecológicas. O ensino deve prender-se ao objeto, mostrando o Maruru ou outros nenúfares nos parques ou, em excursões, no seu *habitat* natural. Poderá ser suplementado por demonstrações teóricas e práticas na sala de aula.

Exposição:

O *Maruru* (fig. 55), também conhecido por *uapé* ou *milho-d'água* é a mais bela e interessante entre as plantas que medram nas águas da bacia amazônica e do Rio Paraguai. É cultivada com



FIG. 55. O Maruru no seu *habitat* natural.

freqüência nos jardins botânicos de todo o mundo e nos lagos dos parques situados em zona tropical.

O *caule*, rizomatoso, penetra verticalmente no lodo, no fundo das águas tranqüilas, que formam seu *habitat* natural. É cilíndrico e alcança mais ou menos 60 cm de comprimento.

Raízes adventícias muito poderosas fixam-no firmemente ao substrato escorregadio e mole. Possuem forma muito peculiar e conveniente para tal fim. Onde se inserem no caule têm um diâmetro de 5-6 cm. Dali engrossam paulatinamente até atingirem a cerca de 15 cm, no meio. Da metade para diante afinam cada vez mais até a ponta. Têm a forma de dois funis alongados encostados um na base larga do outro.

Os *pedicelos* foliares nascem na vizinhança das raízes. Attingem a 3-7 cm de comprimento. Em todo caso são sempre mais longos que a profundidade da água na época das cheias. Normalmente têm posição oblíqua, estendendo as suas enormes lâminas flutuantes à superfície. Quando o nível da água sobe, esticam-se verticalmente, possibilitando uma vasta adaptação (fig. 56). Evitam, assim, que

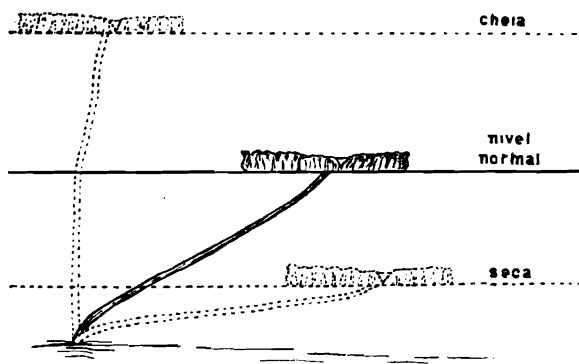


FIG. 56. Esquema da função do pedicelo que permite manter flutuantes as lâminas foliares em níveis variáveis da superfície das águas: No centro, posição média ou normal, em cima, durante a cheia; em baixo, em água rasa.

a face superior da fôlha seja inundada e, com isto sèriamente prejudicadas a fotossíntese e a respiração. As grandes fôlhas arredondadas, que attingem a um diâmetro de 2 m com uma orla de 4-15 cm de altura, têm os estomas situados exclusivamente na face superior. A troca de gases processa-se, pois, nesta superfície. Para evitar a sua interrupção por chuvas repentinas e fortes, existe uma fenda na orla da lâmina, que permite o seu rápido escoamento. A superfície aérea da fôlha funciona como a bôca duma chaminé. Os gases que entram e saem circulam através das grandes cavidades existentes nos pedicelos até ao rizoma e às raízes escondidas no lodo asfixiante.

Adaptações ecológicas semelhantes existem em muitas plantas aquáticas.

O maruru desenvolve mais ou menos 30 folhas em cada planta. As primeiras têm contornos afunilados ou lâminas *sagitadas*, isto é, em forma duma ponta de flecha com farpas recurvadas. Somente ao alcançar o seu desenvolvimento completo produz as vistosas e conhecidas folhas de lâmina orbicular e que são capazes de sustentar o pêso de uma criança pequena. A face inferior é dotada de grandes espinhos.

No meio das folhas emerge a *flor*, (fig. 57). Seu botão permanece fechado enquanto não tiver alcançado a superfície. Possui uma estrutura algo diferente dos exemplos anteriores. As suas folhas não estão dispostas em verticilos distintos. Com exceção das

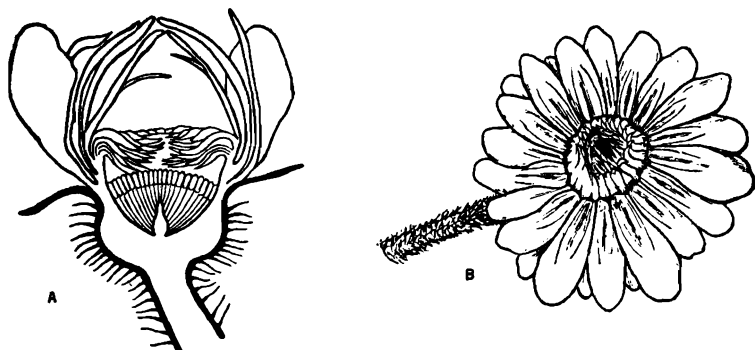


FIG. 57. Maruru: A — Corte longitudinal de uma flor fechada. B — Flor aberta.

sépalas do cálice, inserem-se uma atrás da outra numa espiral densa com transição paulatina entre pétalas, estames e carpelos. A fórmula floral é $K\ 4; C\ \text{muitas (até 70)}; A\ \text{mais ou menos 200}; G\ 30-40$ súperos e livres. O diâmetro da flor é de 30-40 cm.

A flor desabrocha de manhã ou de noite, abrindo por completo suas pétalas brancas. A sua beleza e o seu delicioso perfume atraem besouros carregados de pólen. Pouco depois fecha-se e aprisiona os insetos para garantir a polinização. Os cativos são alimentados pela planta e resguardados contra o frio, pois a temperatura interna mantém-se de 11 a 14 °C mais alta que a do ambiente. Ao mesmo tempo amadurece o pólen das anteras. Os besouros são fortemente empoeirados com o mesmo. Ao raiar do próximo dia, ou na próxima noite, após a polinização, as pétalas abrem-se novamente. Libertam seus prisioneiros para que levem o pólen a outra flor. A corola torna-se cor de carmim. No dia seguinte, amarelece. A flor toda desaparece da superfície e é escondida no lodo. Nêle amadurecem as sementes.

Cada carpelo produz cerca de 5 sementes pardas e pequenas. Os índios procuram as mesmas para assar e comer. Daí a denominação de “milho-d’água”.

Afinidades:

Plantas com a estrutura floral e foliar descrita para a Vitória-régia formam a família das *Ninfeáceas*. Muitas espécies são cultivadas com frequência em lagos, tanques e aquários, em virtude da sua grande beleza. São conhecidas sob o nome de *Nenúfares*, *Cabombas* e *Lotos*. Há espécies de pétalas brancas, amarelas, vermelhas, roxas e azuis.

Exercícios:

Além das observações ao ar livre esta Unidade oferece forte motivação para a discussão das características gerais das plantas aquáticas.

Fôlhas e caules que vivem submersos na água possuem epidermes sem estomas. Os *estomas* são aberturas de ventilação, que possibilitam e regulam as trocas de gases. No líquido seriam inoperantes. Para demonstrar êste fato, deve o professor mandar preparar lâminas de fôlhas e caules de *Vallisneria* e *Elodea*, existentes no aquário da escola, ou então, de outras plantas submersas, colhidas nos arredores. Basta arrancar um pedaço duma planta, dobrá-lo sôbre o dedo indicador da mão esquerda e aparar com navalha bem afiada uma finíssima camada do tecido vegetal. Êste é montado entre lâmina e lamínula com água e assim submetido ao exame

microscópico com aumento de 50-200x. No caso da *Vallisneria* mostra com clareza a estrutura celular (fig. 58), as membranas, os núcleos e os cloroplastos. Em vão se procuram estomas. Frequentemente notam-se movimentos rotatórios do citoplasma. Os cloroplastos e o núcleo deslizam ao longo das membranas de celulose, carregados pela corrente citoplasmática.

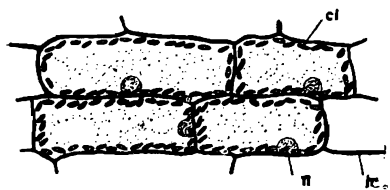


FIG. 58. Aspecto microscópico de células de *Vallisneria*: cl-cloroplasto; m-membrana de celulose; n-núcleo, (200x).

Plantas com fôlhas flutuantes resolvem o problema do suprimento de gás carbônico e oxigênio por um sistema comparável ao de uma chaminé. A troca de gases é efetuada na superfície exposta ao ar, dotada de estomas. A ventilação interna processa-se através de cavidades (espaços intercelulares) existentes nos pedicelos. Estas são suficientemente grandes para poderem ser vistas sem lupa. Para demonstrar a sua existência, basta arrancar uma fôlha de Nenúfar

ou outra planta de características semelhantes e cortar o seu pedicelo com um canivete. Cada aluno deve efetuar esta observação.

Plantas aquáticas com folhas completamente submersas costumam apresentar um aspecto peculiar. As suas folhas são delgadas, em forma de fitas ou cilindros delicados, muitas vezes extraordinariamente ramificados. Às vezes existem na mesma espécie de vegetal ambos os tipos foliares.

Tôda a sua superfície formada por uma epiderme sem estomas está a serviço das trocas gasosas. Sempre há certa quantidade de CO_2 e O_2 dissolvidos na água. Mas é obvio que o suprimento dos mesmos é muito menor do que na atmosfera. Em consequência disto, a sua absorção e troca pela planta é muito menos eficiente e intensa. Para compensar esta deficiência, ela aumenta a superfície livre das folhas, dando-lhes pouca espessura e muitas ramificações.

Para compreender a relação existente entre forma, volume e superfície dum corpo, convém calcular a superfície e volume dum cubo com arestas de 1 cm. O volume é igual a 1 cm^3 e a superfície, a 6 cm^2 . Cortando o mesmo em cem fatias iguais, não mudamos o seu volume, porém a superfície livre aumenta para 204 cm^2 . O aumento da superfície das folhas submersas permite compensar as dificuldades acima apontadas.

Princípios semelhantes podem ser observados nos aparelhos respiratórios de muitos animais, como nas guelras dos peixes.

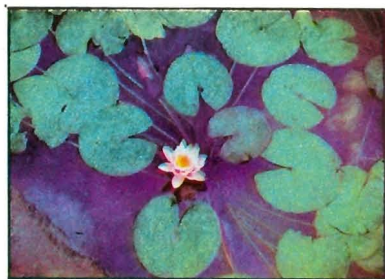
PRANCHA III
POLYCARPICAE (RANALES)



1



2



3



4

1. MAGNÓLIA (*MAGNOLIA DENUDATA*)
2. ESPOREIRA (*AQUILEGIA FORMOSA*)
3. NENÚFAR (*NUPHAR LUTEUM*)
4. MARURU ou UAPÊ (*VICTORIA REGIA*)

UNIDADE 14

O FIGO

(*Ficus carica*)

Material:

A observação das figueiras, tanto cultivadas como nativas, deve ser direta em passeios e excursões, bem como por investigação teórica e prática na classe. Os fenômenos abaixo descritos devem ser demonstrados em figos cultivados e, se possível, também nalguns silvestres. Onde não houver figueiras cultivadas, será fácil adquirir alguns frutos no mercado.

Exposição:

A *figueira cultivada* é um arbusto procedente da região circumediterrânea, difundido através de todos os países de clima tropical e subtropical, em virtude dos figos saborosos que produz.

Suas *fólias* são *digitolobadas* (fig. 59) e dotadas de longos pedicelos. Em tôdas as plantas existem vasos condutores dum suco leitoso, que se coagula ao contato com o ar.

Os *figos* (figs. 59 e 60), considerados frutos pelos leigos, são realmente inflorescências ou sincárpios de organização muito interessante.

A parte comestível é formada pelo caule que produziu uma urna profunda, em cujas partes internas se inserem três tipos diferentes de flôres. Em cima, próximo ao orifício, existem minúsculas flôres masculinas (fig. 61 A), constituídas de pouco mais que dois ou três estames simples. No fundo, há dois tipos de flôres femininas (fig. 61 B e C). Ambas compostas dum único carpelo; umas de estilete comprido, e outras de estilete curto. Esta estranha organização visa à polinização através duma vespazinha e é um dos exemplos mais maravilhosos de cooperação (mutualismo) entre animais e vegetais de que temos conhecimento.

Uma pequena vespa fêmea penetra no orifício do figo verde, e ao descer para o fundo da urna, cobre-se com o pólen abundante das flôres masculinas. Quando chega à base, poliniza as femininas. Tenta colocar os seus ovos no ovário das mesmas. O seu ovopositor é mais curto que o estilete das flôres longipistiladas e mais longo



FIG. 59. Figueira comestível. Galho com folhas e figos.

que o das brevipistiladas. Ao pôr o ôvo no estilete da flor do primeiro tipo, poliniza-a. Sua larva não encontra alimento para o seu desenvolvimento; pois, roendo o delicado estilete, fá-lo quebrar, cai e perece; cada vespazinha porá muitos ovos, um em cada flor. Assim sendo, não deixará de encontrar também flôres brevipistiladas. Nestas, o ôvo será colocado no ovário floral, que fornece à larva todo o alimento necessário. Até haverá um certo superdesenvolvimento do mesmo. Esse ovário transforma-se numa pequena galha, cuja tampa redonda se abre no momento em que a larva termina o seu desenvolvimento completo. Se a vespazinha fôr do sexo masculino, abandonará o seu esconderijo para procurar as fêmeas, que o aguardam em outras galhas. Após a sua fecundação, estas abandonam

o figo. Ao subir as paredes, têm contato com as anteras abertas das flôres masculinas. Levam seu pólen para o interior de outros figos ainda verdes, reiniciando o mesmo ciclo biológico.

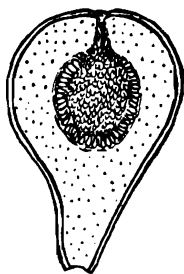


FIG. 60. Corte longitudinal dum figo: em cima, abertura da urna; as granulações, no centro, são minúsculas flôres e frutos.



FIG. 61. Flôres do figo, observadas com lupa: A — Flor masculina; B — Flor feminina longipistilada. A vespa simbiótica não consegue introduzir o ôvo além do estilete. Sua larva não pode desenvolver-se, mas a flor é polinizada e produzirá o fruto. C — Flor feminina brevipistilada. A vespa introduz o ôvo no ovário. Sua larva pode desenvolver-se nutrindo-se do ovário, cujo amadurecimento é assim impedido.

Há variedades de figos, como os de Esmirna, que desenvolvem inflorescências puramente masculinas, os *caprifigos*. Neste caso, o fenômeno é mais complexo ainda. Para garantir boas colheitas, convém pendurar galhos com caprifigos nos arbustos frutíferos.

O figo é considerado “fruto” no comércio, na vida diária e entre os agricultores. No mesmo sentido se aplica êste termo a tôdas as partes comestíveis duma planta, que estejam ligadas dalguma maneira à produção de sementes. Falando com exatidão científica, devemos designar por *semente* cada óvulo floral fecundado e amadurecido, a qual contém um embrião. *Fruto* é um ovário floral que contém uma ou várias sementes.

O figo verde é uma inflorescência. Ao amadurecer transforma a parte interna da urna, correspondente ao eixo principal, em saborosa massa carnosas. Seus frutos verdadeiros são pequenas drupas. São os carocinhos vermelhos contidos na face interna da parte comestível.

Afinidades:

As figueiras cultivadas e nativas pertencem à família das *Moráceas*, que é caracterizada por flôres unissexuadas, pequenas, com ou sem perianto de sépalas carnosas. As inflorescências são em geral espigas com tendência para tornar carnoso seu eixo principal. As fôlhas são simples, dotadas de estípulas e freqüentemente lobadas. A maioria das espécies possui látex. Nossas *Figueiras silvestres* pertencem ao gênero *Urostigma*. São árvores de sombra com copas

majestosas, que dão cunho característico às paisagens do sul do país. Certas espécies, denominadas *Mata-pau*, nascem como epífitas em outras árvores. Suas raízes descem para o solo e mais tarde engrossam tanto que estrangulam seus hospedeiros. Muitas figueiras têm a capacidade de emitir raízes aéreas, dos seus galhos. Inicialmente são finos cordões esbranquiçados; descem verticalmente ao solo. Ao alcançá-lo, engrossam de tal maneira que se parecem com os próprios caules, cuja função assumem. Na Índia, existe um exemplar afamado da *Figueira santa* (*Ficus religiosa*), que, de acôrdo com a lenda, possui 2000 troncos. Árvores com dez ou mais "caules" são frequentes no Brasil.

Duas outras Moráceas, a *Jaca* (*Artocarpus integrifolia*) e a *Fruta-pão* (*Artocarpus incisa*), árvores de grande porte, cultivadas em tôda a parte do Norte do Brasil, contribuem muito para me-

lhorar a base da alimentação humana nestas regiões. Seus frutos são grandes, nutritivos e gostosos.

Muito comuns são também as *Amoreiras*, brancas e pretas (*Morus alba* e *Morus nigra*) cujas folhas servem para criar o bicho-da-sêda. As inflorescências, espigas alongadas, se transformam em sincárpios saborosos, parecidos com bagas compridas.

As *Moráceas* são aparentadas com as *Ulmáceas* e *Urticáceas*. Juntas formam a ordem *Urticales*. Podemos exemplificar a primeira família pela *Taleira* ou *Grão-de-Galo* (*Celtis tala*), a segunda, pela *Urtiga* (*Urtiga dioica*) e a *Rami* (*Boehmeria nivea*). A *Urtiga* possui pêlos urticantes (fig. 62) que injetam um ácido cáustico na pele

de quem as toca. A *Rami*, originária da Ásia, é cultivada por causa das excelentes fibras têxteis, existentes nos seus caules.

Exercícios:

Figos verdes, semiverdes e maduros, nativos e cultivados, devem ser abertos, de preferência por um corte longitudinal. As flôres podem ser observadas diretamente com uma lupa. Os alunos devem ser orientados para procurarem representantes de todos os três tipos de flôres, descritos. Em geral encontram-se também espécimes da vespa simbiote.

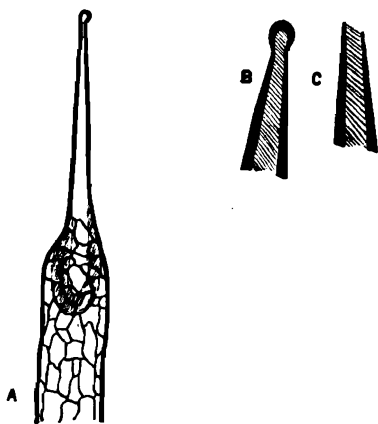


FIG. 62. Urtiga: A — Pêlo urticante inteiro (200x); na base observam-se as células glandulares que produzem ácido histamínico, armazenado na ampola visível em cima; B — Ponta da ampola (500x); C — A mesma com a bolinha protetora quebrada, pronta para injetar o ácido na pele dum atacante.

UNIDADE 15

A MAMONA

(*Ricinus communis*)

Material:

A Mamona floresce durante o ano inteiro. Inflorescência, frutos e folhas devem ser colhidos em quantidade suficiente para permitir seu exame individual pelos alunos. Não há dificuldade de obter material porque é planta que cresce por toda a parte e de preferência em terrenos baldios.

Exposição:

A Mamona ou Rícino (fig. 63) cresce em terrenos baldios, nos pátios das fábricas e ao longo das rodovias e ferrovias, acompanhando o homem civilizado nas suas atividades industriais.

Zonas como as mencionadas são denominadas *ruderais* pelos botânicos. Existem regiões com *flora ruderal* característica e interessante. Outro componente comum da nossa flora ruderal é uma pequena erva, que, em virtude do aspecto dos seus frutinhas, tem o nome popular de “Bolsa-de-pastor” (*Capsella bursa-pastoris*) da família das *Crucíferas*.

O Rícino é um arbusto de tamanho médio, muito ramificado. Todos os seus galhos são quebradiços. Os mais novos são totalmente verdes, e somente os mais grossos são lenhosos.

As suas *folhas* são grandes, digitilobadas, peltadas e dotadas de pedicelos muito compridos. No botão, são protegidas por duas estípulas grandes, que caem durante o seu desenvolvimento.

Chamamos *peltadas* ou *peltinérvias* às folhas cujo pedicelo se insere perpendicularmente à lâmina e não, como é comum, na sua margem. As nervuras irradiam do ponto de inserção do pedicelo.

A *inflorescência* é um cacho de estrutura complexa.



FIG. 63. Ricino ou Mamona; galho florido.

Na parte superior ficam as *flôres femininas* (fig. 64) compostas de 3 carpelos concrecidos, verdes, encimados por um estigma trífido, vermelho e rodeado dum perianto verde, insignificante formado de 5 sépalas. São sempre reunidos em grupos de 3 flôres, protegidas por brácteas, enquanto no botão. A flor central de cada grupo desenvolve-se primeiro.

As *flôres masculinas* (fig. 65) ficam na base do cacho. Constam de pequenos botões fechados por brácteas verdes. No momento da

abertura libertam inúmeros feixes de estames ramificados portadores de pequenas anteras amarelas, arredondadas. Por comparação com formas semelhantes, interpreta-se cada estame ramificado como sendo uma flor masculina, individual, sem perianto.

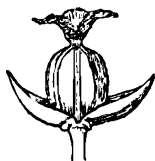


FIG. 64. Ricino, flor feminina.



FIG. 65. Ricino: A — Flor masculina; B — Estame ramificado.

O fruto (fig. 66) é uma *cápsula tricoca*. Cada carpelo forma uma semente, parecida com um carrapato escuro, de cabeça branca. Ao amadurecer cada côco abre-se súbitamente por uma fenda lateral e lança longe a sua semente, por força duma mola elástica, formada dum tecido lenhoso.

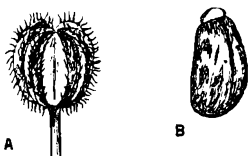


FIG. 66. Ricino: A — Cápsula madura; B — Semente.

Nas sementes há grande quantidade de óleo, usado para lubrificação de motores de alta rotação (aviação) e para fins medicinais. Por estas aplicações a planta é cultivada com certa freqüência.

Afinidades:

A Mamona pertence à grande e importante família das *Euforbiáceas*. Suas flôres são sempre unissexuadas. As femininas identificam o grupo pelo aspecto típico dos três carpelos uniovulados, que formam uma cápsula de três partes proeminentes (três côcos). Muitas vezes há inflorescências complexas, que simulam flôres individuais. Suas flôres são rodeadas por grandes brácteas vistosas e por glândulas nectaríferas, que, qual corola verdadeira, atraem os polinizadores.

Os numerosos representantes da família apresentam organização extremamente variada. Frequentemente possuem látex branco. Podem ser ervas, arbustos ou árvores e, às vezes, assumem aspecto de cactos, dos quais são facilmente distinguidos pela presença do látex. Exemplos:

A *Seringueira* — (*Hevea brasiliensis* e outras spp.) (Fig. 67.)

Árvore originária da Amazônia. Do seu tronco extrai-se um látex que é valiosa matéria-prima para fabricação de borracha da melhor qualidade. O látex branco é defumado



FIG. 67. Seringueira; galho florido.

sôbre o fogo, e assim transformado em borracha crua. (fig. 68) Sementes clandestinamente exportadas pelo inglês Wicklam em 1876 deram origem às grandes plantações das ilhas de Ceilão e Java e outros países asiáticos, com grande prejuízo para o comércio brasileiro, que continua adotando a exploração primitiva dos seringais nativos o qual, apesar da qualidade superior do produto, não pode concorrer com os preços duma produção racionalizada.

Nos últimos anos tem se incentivado o plantio da seringueira de maneira racional em grandes plantações na Amazônia e no planalto matogrossense. A defumação do látex está caindo gradativamente em desuso.

Maniçoba — (*Manihot Glaziovii*). — O seu látex fornece a borracha do Ceará.

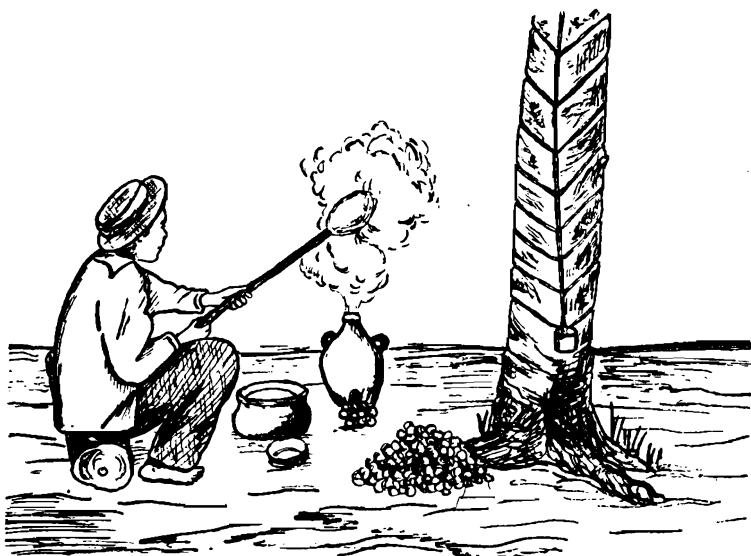


FIG. 68. Sangria duma Seringueira e defumação da borracha.

Mandioca braba — (*Manihot utilissima*). — Planta de folhas digitadas ou dígito-lobadas, de cujas raízes se extrai a farinha de mandioca. Para ser usada como alimento deve ser torrada ou muito bem lavada, pois em estado cru contém elementos tóxicos, que desprendem ácido cianídrico. Por êsse motivo, está sendo usada como formicida bastante eficaz em mistura com açúcar e algum inseticida do tipo gamexame. O açúcar serve para induzir as formigas cortadeiras a carregarem os grânulos venenosos para os celeiros de seus ninhos.

Mandioca mansa ou Aipim — (*Manihot palmata*), considerada por alguns botânicos variedade da espécie anterior. Possui raízes grossas, comestíveis, ricas em amido. A toxidez varia nas diversas espécies ou variedades cultivadas. De um modo geral são tôdas impróprias para consumo em estado cru.

Tungue — (*Aleurites fordii*) — Árvore com frutos oleíferos, originária da China e cultivada no Brasil com freqüência cada vez maior. Quando florido, é extraordinariamente ornamental.

Flor-de-papagaio — (*Euphorbia pulcherrima*). — Arbusto com folhas simples, verde-claras, dotado de látex branco, muito abundante. As suas inflorescências são rodeadas por grandes

brácteas dum vermelho extraordinariamente intenso e de glândulas nectaríferas intercaladas (fig. 69). Como floresce principalmente durante o inverno, é muito apreciado nos nossos jardins para formar contraste com o amarelo-claro das flôres da *Acácia mimosa* — (*Acacia podalyriaefolia*), e com as *Três Marias* — (*Bougainvillea spectabilis*), — de flôres vermelhas, solferinas, brancas ou vermelho-arroxeadas. A sua pátria provável é a América Central.

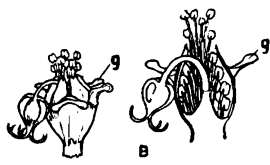


FIG. 69. Flor-de-papagaio: A — Inflorescência sem brácteas; B — Corte longitudinal da mesma; g — Glândula.

Martírio ou Coroa-de-Cristo — (*Euphorbia splendens*). — Pequeno arbusto ornamental muito espinhoso, dotado de poucas e pequenas fôlhas verdes, em contraste com as duas brácteas bem vermelhas que circundam as numerosas inflorescências. É originário de Madagáscar e freqüentemente cultivado entre nós. O exame microscópico duma gôta do látex abundante, montada simplesmente entre lâmina e lamínula, revela a presença de grãos de amilo de forma esquisita, semelhante a minúsculos ossinhos.

Outras espécies do mesmo gênero são às vêzes completamente desprovidas de fôlhas, lembrando cactáceas. Nos sertões baianos é comum o *Pau-de-leite* (*Euphorbia phosphorea*).

Muito semelhante é o *Dedo-de-cão* (*Euphorbia tirucalli*) plantado para fazer extensas cêrcas vivas nas zonas secas de Pernambuco e outros estados do nordeste brasileiro. Atinge acima de 5 m de altura, protege contra a ação do vento e fornece alimento de emergência para cabras. Da madeira dos troncos maiores fabricam-se palitos.

Exercícios:

Além da observação dos característicos descritos na parte expositiva, deve o professor aproveitar o material para demonstrações e experiências adicionais.

Frutos do Rícino, colhidos pouco antes da abertura da cápsula, isto é, ainda verdes, guardados numa caixa de sapatos, lançam suas sementes após algum tempo com surpreendente violência a longa distância, com um vivo matraquear.

Para outra experiência, os filêtes dos estames devem ser esmagados numa gôta de água entre lâmina e lamínula. Aplica-se com a unha do polegar em movimento circular uma suave pressão sobre a lamínula, processo que evita o dilaceramento demasiado dos tecidos.

Aplicando em seguida um pouco de floroglicina e ácido clorídrico tornam-se bem vermelhos e visíveis ao microscópio os revestimentos de lignina dos vasos lenhosos anelados.

Nas Unidades 6 e 9 foram observados diversos tipos de grãos de amilo em sementes. Nas do Rícino, encontramos grande quantidade de *gôtas de óleo* e de *grãos de aleurona*. Gôtas de óleo são as formas mais comuns de reservas de lipídios e grãos de aleurona são reservas de protídios.

Para observá-los, descascamos uma semente e com uma navalha afiada e molhada em álcool cortamos algumas fatias bem finas. Os cortes devem ser transferidos por meio dum pincel para um vidro de relógio com éter sulfúrico ou álcool absoluto, que serve para dissolver o óleo, cujas gôtas não permitiriam observar a estrutura dos grãos ao microscópio. Transcorridos alguns minutos, são montados, para observação, com álcool absoluto. O tratamento dos cortes com álcool ou

éter pode ser substituído por montagem direta na lâmina num óleo de igual refringência ao do Rícino. Inúmeros grãos de aleurona (fig. 70) enchem cada uma das células. Cada grão corresponde a um vacúolo solidificado pela ação do citoplasma. É composto duma massa fundamental, e nesta há um corpo cristalóide e outro globóide. A massa fundamental é solúvel em água. Adicionando algumas gôtas durante a observação, desfaz-se

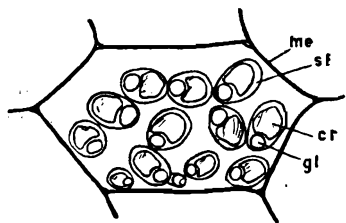


FIG. 70. Célula duma semente do Rícino repleta de grãos de aleurona: cr-cristalóide; gl-globóide; me-membrana celulósica; sf-substância fundamental.

paulatinamente e os dois tipos de corpúsculos tornam-se mais claramente visíveis. Os *cristalóides* são ricos em nucleoproteídeos e os *globóides* contêm sais de cálcio e magnésio dum ácido fosfórico orgânico.

Encontram-se grãos de aleurona em quantidades pequenas nas camadas subepidérmicas de tôdas as sementes. Alguns dos seus três elementos supracitados podem faltar. Têm estrutura específica como também os grãos de amilo. Existem (neste caso costumam faltar cristalóides e globóides) no trigo e em outros cereais. Farinha de trigo, bem branca e pura, consta quase exclusivamente de amilo. A chamada *farinha integral*, às vêzes levemente cinzenta e mais áspera, contém também boa quantidade de aleurona. Sob o ponto de vista da nutrição, é preferível, apesar do preço mais alto e do paladar inferior.

UNIDADE 16

A LARANJEIRA

(*Citrus aurantium*)

Material:

A matéria desta Unidade pode ser apresentada ao ar livre ou na sala de aula. De qualquer maneira requer preparação prévia com grande antecedência, apesar de ser fácil conseguir-se em qualquer época do ano folhas e flôres de uma das muitas formas cultivadas de *Citrus*.

Para os importantes exercícios de enxertia, necessitamos de porta-enxertos e de enxertos de *Citrus* e de roseiras em quantidade suficiente para permitir trabalhos individuais dos alunos, bem como de cordel de espessura média, de um bom canivete e de papel vegetal.

Aconselhamos cultivar exemplares de *Citrus* a partir de sementes, qualquer que seja a espécie, ao ar livre, em vasos de barro ou em caixão de madeira com terra. Também as roseiras podem ser criadas de sementes (processo lento e talvez difícil), ou mais rapidamente, de estacas. Para enxertar servem galhos e gomos de qualquer exemplar com boas qualidades. A execução perfeita dos trabalhos pode ser premiada pela doação da planta melhorada ao aluno, que terá satisfação de cuidar do seu desenvolvimento em casa.

Exposição:

No Brasil, nos países do Mediterrâneo e em outras regiões de clima favorável cultivam-se muitas variedades de laranjeiras. Entre nós é comum a *Laranja-de-Umbigo*, também conhecida por *Laranja-da-Bahia*, a *Laranja-Natal*, a *Laranja Comum*, etc. A primeira não tem sementes e seu fruto é originado por duas séries superpostas de carpelos, que formam respectivamente, a laranja propriamente dita e o “umbigo”. A *Laranja-Natal* é menor, um pouco alongada e contém algumas sementes. A *Laranja comum* ou *Azêda* é redonda e

possui muitas sementes. Seu paladar é inferior, e por isso, não é tida como satisfatória para a exportação. A exportação de laranjas depende das possibilidades de armazenamento em câmaras frigoríficas e do transporte em navios especiais. Os principais produtores são a Itália, Espanha e Israel, e os principais centros consumidores, a Europa Central, os Estados Unidos e o Canadá.

Tôdas as variedades boas de laranjeiras são multiplicadas por enxêrto (comparar com a Unidade 8). O processo de *enxertia* consiste em fazer con crescer um gomo ou galho pequeno da variedade desejada com uma planta enraizada da mesma espécie ou, pelo menos, do mesmo gênero. A planta denomina-se *porta-enxêrto* ou *cavalo*, e o gomo ou galho, *enxêrto*. Assim evita-se a variação descontrolada em consequência da segregação de caracteres em plantas criadas por sementes, e torna-se possível a multiplicação de tipos especiais sem sementes, como é o caso da *laranja-de-umbigo*.

Numerosas árvores frutíferas, inclusive as laranjeiras, são híbridos selecionados. Se propagássemos tais híbridos por sementes (reprodução sexuada), resultariam numerosas variedades que recombinariam a êsmo tôdas as qualidades de ambas as raças. A maioria dêsses produtos apresentaria combinações de qualidades inferiores, o que evidentemente não interessaria. Pratica-se, então, o processo de multiplicação vegetativa, que conserva as características desejadas, já fixadas.

Apesar disso, sabemos que o cavalo e o enxêrto exercem certas influências recíprocas, um sôbre o outro. Por exemplo, a resistência contra pragas depende muito do tipo de cavalo usado, da mesma maneira que o porte da planta resultante. Muitas vêzes propagam-se enxertos de laranjeiras finas em cavalos de Laranja Azêda, disso resultando uma árvore com tronco de 5-8 m de altura e copa redonda. O mesmo enxêrto unido a um cavalo de *Citrus trifoliata* produz uma árvore pequena, quase arbustiva. Estas formas baixas são atualmente preferidas, porque facilitam a colheita e o combate às pragas.

As *fôlhas* (fig. 71) são alternas, elípticas até ovais, lustrosas e coriáceas, verde-escuras na face superior e verde-claras na inferior.

O pedicelo da fôlha é alado. O seu limbo contém inúmeras glândulas oleíferas, visíveis contra a luz forte. Se esmagarmos uma fôlha, desprende-se da mesma, substância aromática existente na casca dos frutos. O seu perfume permite distinguir fôlhas de laranja das de bergamota ou tangerina, das de limão, etc.

Os *galhos* podem ser normais ou transformados em *espinhos* pontiagudos, de variado comprimento. Alguns espinhos chegam até a desenvolver fôlhas, capacidade esta privativa e característica dos caules e das suas ramificações.



FIG. 71. Laranjeira. Galho com flor e fruto. À direita, em baixo, uma laranja cortada, mostrando os gomos com as sementes.

As *flôres* (fig. 71) delicadamente perfumadas, obedecem à fórmula K 4-5; C 4-8 até 20; A muitos parcialmente soldados na base; G (4 ou mais). O ovário globoso é súpero e rodeado por um anel nectarífero (fig. 72a). Êste produz substâncias aromáticas, que atraem as abelhas polinizadoras.

O *fruto* (fig. 71) é um tipo de baga septada, denominada *hesperídio*.

Definimos como *bagas* todos os frutos carnosos, dotados de várias sementes. Os botânicos distinguem várias formas de baga, de acôrdo com a estrutura das diversas camadas componentes. A baga da uva é considerada típica. Maçãs e peras representam os *pomos*; laranjas, bergamotas, etc. são os *hesperídios*; abóboras e melancias são *pepônios*.



FIG. 72. Laranja. Gineceu da flor; a-anel nectarífero.

Afinidades:

O gênero *Citrus* pertence à grande família das *Rutáceas*, composta principalmente por árvores ou arbustos do clima quente, caracterizados por fôlhas com inúmeros pontinhos translúcidos, correspondentes a glândulas aromáticas, e por flôres hermafroditas, do tipo acima descrito, com um anel nectarífero, situado entre os estames e o ovário.

Exemplos:

Laranjeira (*Citrus aurantium*) com diversas variedades.

Bergamoteira — (*Citrus nobilis*), com frutos pequenos, formados por muitos gomos (carpelos) facilmente destacáveis. O seu nome popular varia muito de região para região. Se, no Rio Grande do Sul, lhe damos o nome mencionado, é denominado de *Mexeriqueira*, em São Paulo, *Laranja-cravo* em Pernambuco e Bahia, *Tangerina* em Portugal e no Rio de Janeiro e *Mandarina* nos países mediterrâneos. É por causa destas variações no uso dos *nomes populares* que os mesmos são insuficientes para uma definição inequívoca.

Limoeiro — (*Citrus limon*). Os seus frutos são especialmente ricos em vitamina C.

Cidra — (*Citrus medica*). Possui frutos enormes, de cujas cascas se prepara o citronato.

Lima — (*Citrus aurantifolia*). Com frutos saborosos, menos ácidos que o limão. Seus gomos são cobertos duma película esbranquiçada, de gosto amargo.

Arruda — (*Ruta graveolens*). Arbusto ornamental e medicinal, com fôlhas penadas de côr verde-acinzentada.

*

As *Rutáceas* têm parentesco íntimo com as *Meliáceas* e *Simarubáceas* e diversas outras famílias, reunidas na ordem *Geraniales*.

As *Meliáceas* são caracterizadas por um tubo formado pelos filêtes petalóides dos estames. A esta família, pertencem os *Cinamomos* ornamentais (*Melia azedarach*), tão comuns nas nossas cidades, e os *Cedros* (*Cedrela fissilis* e outras spp.), excelentes produtores de madeira para móveis, caixas de charutos, etc.

As *Simarubáceas* possuem flôres unissexuadas e madeira de gosto extremamente amargo. Grande número das suas espécies, pertencentes aos gêneros *Quassia*, *Simaruba*, *Picrasma* e *Picramnia* são conhecidas pelo nome de *Pau-amargo*. O *Ailanto* (*Ailanthus altissima*) é apreciado como bela árvore ornamental cultivada.

Exercícios:

Enxertar uma planta significa conseguir implantar um fragmento de uma variedade nobre de uma espécie vegetal numa planta, bem enraizada, de variedade inferior. Para isso, põe-se em contato o tecido de crescimento (o câmbio) de um dos parceiros com o outro, pois são êstes que formam o calo de cicatrização e tornam a união definitiva e duradoura. O câmbio é situado entre a casca e o corpo lenhoso dos galhos. Entre os parceiros deve haver compatibilidade anatômica e fisiológica. Esta costuma existir entre espécies pertencentes ao mesmo gênero e naturalmente também entre variedades duma mesma espécie.

Distinguimos três processos fundamentais de enxertia: a enxertia de garfo, a de encôsto e a por inoculação.

A execução da *enxertia de garfo* (fig. 73 A) é a mais fácil. É possível na maioria das árvores frutíferas e nas roseiras. O tronco do porta-enxêrto deve ter a grossura mínima dum dedo humano. Com faca bem afiada é cortado horizontalmente a cerca de 10 cm acima do solo. Um a três enxertos formados por pontas de galhos, afinados na base em forma de cunha, são introduzidos entre casca e lenho do porta-enxêrto. Para facilitar esta operação, pode-se produzir uma abertura suficiente por meio de um ou dois cortes verticais na casca do mesmo. Em seguida, fixamos os enxertos, enrolando ao redor do tronco do porta-enxêrto um cordel de grossura média, terminando a atadura por um nó firme. Depois, cobrimo-la, junto com tôdas as partes expostas da ferida com cêra de abelha levemente aquecida para se tornar bem plástica. O enxêrto deve ser protegido durante as primeiras duas semanas com um cartucho de papel vegetal.

A *enxertia de encôsto* (fig. 73 B) baseia-se no mesmo processo fundamental. Os diâmetros do tronco do porta-enxêrto e do enxêrto devem ser praticamente iguais, ao invés dum corte horizontal, faz-se um corte oblíquo com o mesmo ângulo tanto no enxêrto como no porta-enxêrto.

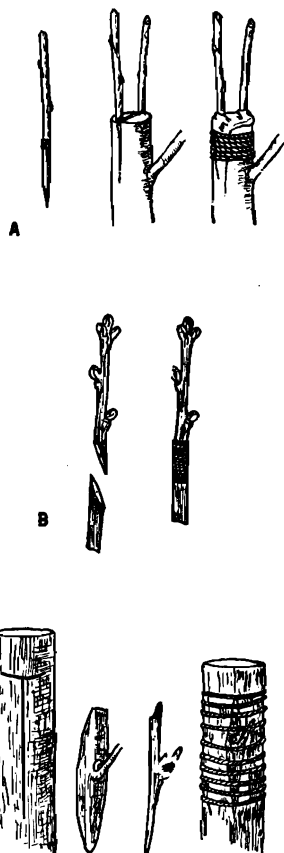


FIG. 73. Tipos de enxertia. A — Garfo; B — Encôsto; C — Inoculação.

As duas superfícies devem ser bem limpas e ficar bem ajustadas, de tal maneira que o câmbio de um coincida com o câmbio do outro e que a periferia de ambos forme uma superfície lisa. As duas peças são ligadas entre si e tratadas da mesma maneira que no processo anterior.

A *enxertia por inoculação* (fig. 73 C) é freqüentemente praticada nas roseiras. Aplica-se no caule do porta-enxêrto um corte em T, destacando-se cuidadosamente a casca. Nesta fenda introduz-se um escudinho da casca do enxêrto, com as bordas bem afinadas em direção ao câmbio e contendo no centro um brôto. Depois procede-se como nos casos anteriores.

Sempre convém eliminar todos os brotos adventícios do porta-enxêrto. Eles gastariam a seiva necessária ao enxêrto, tanto antes, como depois dêste pegar.

A eliminação de brotos e folhas supérfluas de diversas espécies de *Citrus* usadas nestas experiências, dá ensejo a familiarizar o aluno com o aroma característico de cada uma delas. A sistemática leva em consideração certos caracteres químicos das plantas, para cuja verificação imediata o olfato humano é instrumento excelente. Muitas espécies de *Rutáceas*, *Mirtáceas* e *Umbelíferas* podem ser reconhecidas pelo cheiro. Às vêzes, o fato de pertencerem ao mesmo grupo, pode ser diagnosticado desta maneira. Relembremos também o gôsto amargo da madeira das *Simarubáceas*.

UNIDADE 17

A GOIABEIRA

(*Psidium guajava*)

Material:

A matéria exposta nesta Unidade tem por objetivo aumentar os conhecimentos da flora regional e a capacidade de observação dos alunos. Para a introdução teórica são necessários galhos floridos de goiabeiras ou de outras Mirtáceas, em número suficiente para permitir a observação individual.

A parte prática, isto é, o estudo das Mirtáceas regionais deve ser executada por grupos de alunos interessados, que relatem seus sucessos, sob a orientação do professor.

Exposição:

A *Goiabeira* (fig. 74) é árvore frutífera comum no Brasil inteiro.

O seu *tronco* é de pequeno porte, às vezes quase arbustivo. A sua casca é lisa, escamosa, de coloração pardo-clara até esverdeada.

As *fólias* são simples, desprovidas de estípulas, oblongas até elípticas com cêrca de 6-15 cm de comprimento por 3-6 cm de largura.

Em cada nó encontramos duas *fólias* opostas.

A *flor* da goiabeira é de tamanho médio. Encontra-se solitária ou em feixes de 2-3 flôres nos galhos mais novos da planta. É sempre precedida de 2 brácteas pequenas. O cálice persistente e a corola branca são insignificantes e pouco vistosas. Os numerosos estames possuem filêtes alvos e compridos. São êles que formam o aparelho chamariz da flor. O gineceu é ínfero, composto de vários carpelos pluriovulados. O fruto é uma baga. Serve para preparar a gostosa e conhecida goiabada.

Afinidades:

A goiabeira pertence à família das *Mirtáceas*, que é caracterizada por flôres tetrâmeras ou pentâmeras, semelhantes à descrita, e por

possuir folhas simples, opostas, sem estípulas, dotadas de glândulas translúcidas, visíveis contra a luz com lupa, ou até a olho nu. As essências aromáticas nelas contidas têm cheiro típico que pode ser-

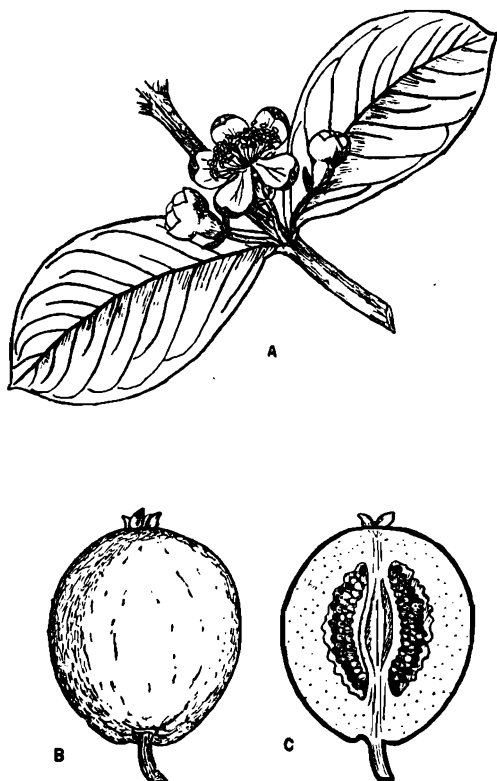


FIG. 74. Goiabeira: A — Galho florido com folhas;
B — Fruto com cálice; C — Corte transversal
do fruto.

vir para reconhecer a família. A citação dos exemplos seguintes despertará, provavelmente, na memória do leitor a lembrança de outras espécies regionais. Muitas destas possuem frutos comestíveis:

Goiabeira da Serra — (*Feijoa sellowiana*).

Araçá — (*Psidium variable* e outras spp.)

Guabirobeira — (*Campomanesia xanthocarpa*).

Pitangueira — (*Stenocalyx michelii* e outras spp.)

Jambeiro — (*Jambosa vulgaris*).

Jabuticabeira — (*Myrciaria jaboticaba*). Os seus frutos crescem diretamente no caule, sobre cuja casca aparecem as flôres (*cauliflora*).

Eucalipto — (*Eucalyptus spp.*) — Várias espécies de árvores importadas da Austrália e cultivadas para produção de lenha, porque crescem muito rapidamente. Seu fruto (fig. 75) é um tipo especial de cápsula, denominado *pixídio*. Abre-se por meio duma tampa, comum a todos os carpelos.



FIG. 75. Galho florido de Eucalipto (*Eucalyptus robusta*): f-flor aberta; fr-fruto aberto; p.a.-pixídio no momento da abertura; p.f.-pixídio fechado.

Mirtáceas, *Lecitidáceas*, *Melastomáceas*, *Enoteráceas* e mais algumas famílias afins formam a ordem *Mirtifloras*.

Os exemplos mais conhecidos das *Lecitidáceas* são a *Sapucaia* (*Lecythis urnigera* e outras spp.) e o *Castanheiro-do-Pará* (*Bertholletia excelsa*). Ambos possuem frutos com forma de *pixídios* enormes com sementes saborosas, comestíveis, conhecidas por *Nozes-de-Sapucaia* e *Castanhas-do-Pará*, respectivamente.

Entre as *Melastomáceas* há grande número de arbustos com flôres roxas muito bonitas, conhecidas sob o nome de *Flor-da-quaresma* (*Tibouchina spp.*). São caracterizadas por fôlhas simples, opostas, curvinérvias, geralmente veludosas. Os estames possuem conetivos apendiculados (fig. 54).

As *Enoteráceas* possuem na maioria flôres completamente tetrâmeras, com fórmula $K\ 4, C\ 4, A\ 4+4, G\ (4)$.

São exemplos conhecidos desta família a *Cruz-de-Malta* (*Jussiaea spp.*), com flôres amarelas, e o *Brinco-de-Princesa* (*Fuchsia spp.*), cujo pedicelo floral e cálice, são vivamente encarnados, enquanto a corola apresenta côr roxa, quase azul.

Exercícios:

Grupos de alunos devem encarregar-se de coletar as *Mirtáceas* regionais, principalmente as de frutos comestíveis, e comparar o aroma das fôlhas esmagadas com o sabor dos frutos. Há paralelismo entre os dois característicos. O professor ajudará a identificar as espécies com os seus nomes populares regionais, de vez que a sua classificação científica é muitas vêzes difícil e mal definida.

UNIDADE 18

A CENOURA

(*Daucus carota*)

Material:

Para tirar o máximo proveito da matéria é necessário apresentar aos alunos toda a planta da cenoura: raízes, folhas, inflorescências, flores e frutos. Raízes da cenoura com folhas podem ser adquiridas, em qualquer época do ano, num verdureiro. Já a aquisição de plantas floridas da cenoura, ou de espécies afins, é um pouco problemática. Aconselhamos semear as plantas num pequeno canteiro do jardim escolar com grande antecedência. Inicialmente produz bom material para repetir as observações sobre a germinação das sementes. Após dois a três meses haverá cenouras maduras, boas para fins culinários e para exame. No entanto, somente depois aparecem as flores. Como é difícil, se bem que muito desejável, fazer coincidir a época do florescimento com a aula, aconselhamos manter suficiente quantidade de material em estado herborizado, para substituir as plantas vivas. Flores secas readquirem mais ou menos o seu aspecto natural após rápida fervura em água ou cloral-hidratado.

Exposição:

A Cenoura (fig. 76) é uma erva quase universalmente cultivada. Desenvolve-se bem em terra fôfa e fértil.

Sua raiz é do tipo *axial tuberoso* (fig. 77). É formada por um eixo principal engrossado com poucas ramificações filiformes. Comestível e considerada muito nutritiva, é rica em carotenóides, pigmentos amarelos até alaranjados, que são transformados no corpo humano em vitamina A.

Há outras plantas que também nos fornecem alimento sob a forma de órgãos intumescidos, subterrâneos ou situados logo acima da terra. Nem sempre se trata de raízes tuberosas. Estas podem ser reconhecidas pela presença de ramificações, pela ausência de gomos

foliares e pela anatomia (ver o capítulo de exercícios). Por ex., a parte comestível da *mandioca* é a raiz. O tubérculo da *batata-inglês* é um produto de ramificações subterrâneas do caule. O *rabanete* corresponde a um hipocótilo intumescido e a *couve-nabo* é formada do epicótilo e de parte do próprio caule, fato êste evidenciado pela presença de folhas.

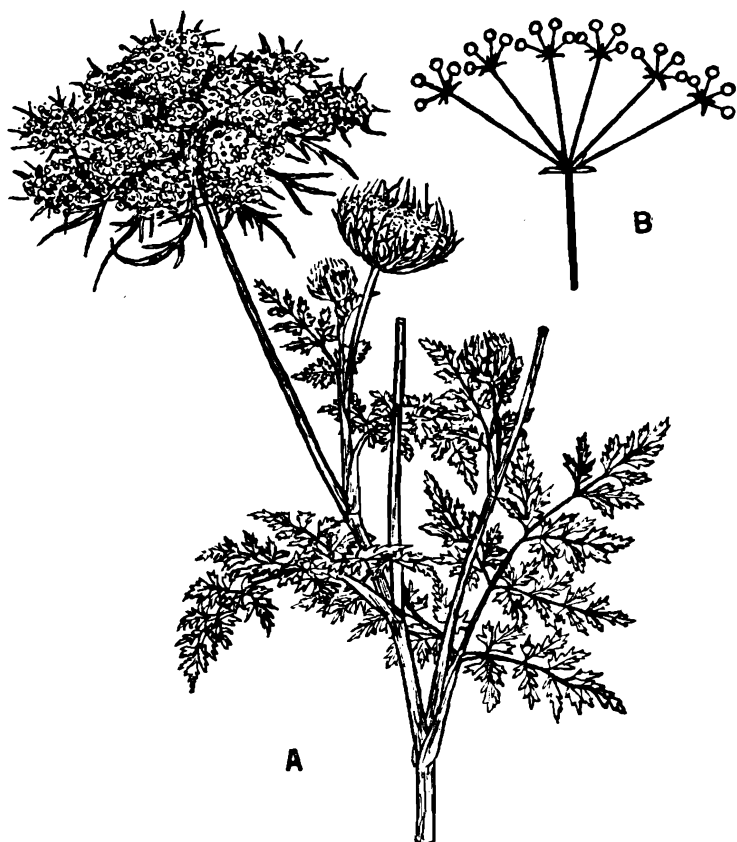


FIG. 76. Cenoura: A — Inflorescência com folhas. B — Esquema duma umbela composta.

As *fólias* da cenoura formam uma roseta basal. São bipenadas, compostas de pínulas profundamente segmentadas. Na base possuem uma bainha ampla que protege os botões. Vistas com lupa contra a luz, apresentam glândulas aromáticas translúcidas.

Do centro das folhas nasce o eixo da *inflorescência*, que é uma *umbela composta* (fig. 76 B).

As *umbelas* são formadas por flôres situadas tôdas mais ou menos num mesmo plano, e cujos pedicelos nascem dum único verticilo de brácteas, todos do mesmo nó do caule. Numa umbela composta há umbelas menores no lugar das flôres.

As flôres da cenoura (fig. 78) são pequenas e dotadas de pétalas brancas. Sua fórmula é K 5, C 5, A 5, G 2. Não obstante o seu tamanho diminuto, tornam vistoso o conjunto da umbela.

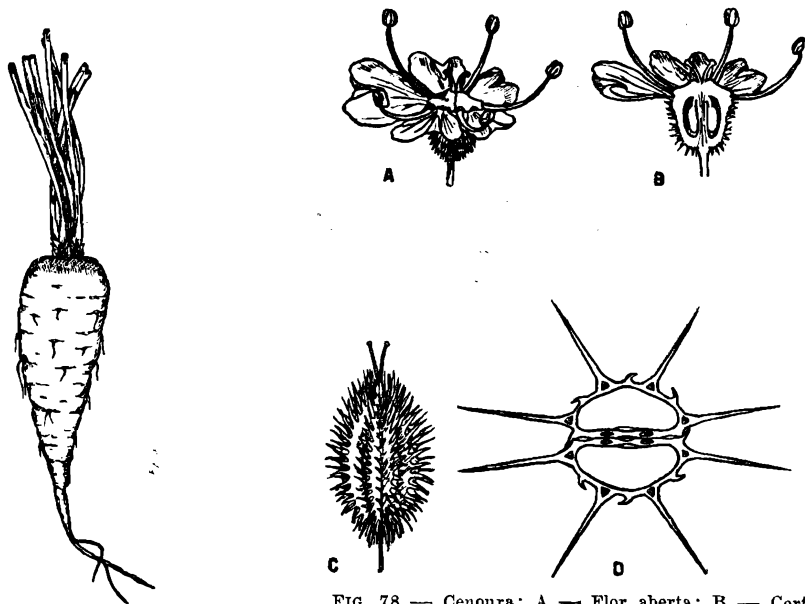


FIG. 77. Cenoura:
raiz axial tuberosa.

FIG. 78 — Cenoura: A — Flor aberta; B — Corte longitudinal de uma flor; C — Frutinhas maduros, não separados; D — Corte transversal de dois aquênios.

O gineceu é coroado por dois nectários carnosos. Ao amadurecer divide-se em dois pequenos *aquênios*, frutos secos, indeiscentes, que contêm uma única semente. Na sua casca alternam fileiras de cerdas curtas, espinhosas, com outras, dotadas de cerdas compridas, que terminam por minúsculos ganchos. Tal organização facilita a fixação dos frutos no pêlo dos animais e, com isto, o seu transporte e disseminação.

Afinidades:

A cenoura pertence à família das *Umbelíferas*. Seus componentes podem ser reconhecidos pelo tipo de flor acima descrita, com pétalas amarelas ou brancas, pela inflorescência, que é sempre umbela composta e pelo cheiro característico das fôlhas. Os gêneros distinguem-se pela estrutura do corte transversal dos frutinhas (fig. 78 D).

Exemplos:

Salsa — (*Petroselinum sativum*).

Funcho — (*Foeniculum vulgare*).

Aipo — (*Apium graveolens*).

Erva-capitão — (*Hydrocotyle umbellata*). — Pequena erva de folhas peltadas, comum na areia das nossas praias.

Caraguatá — (*Eryngium spp.*), praga dos campos sulinos. A presença do caraguatá diminui o valor dos mesmos, pois as suas folhas duras e espinhosas, reunidas em roseta basal, são imprestáveis como pastagem e impedem o bom desenvolvimento de gramíneas forrageiras.

Exercícios:

Após o exame da flor, inflorescência, fruto e folhas, devemos investigar a estrutura da própria cenoura. Uma fatia cortada transversalmente mostra a existência dum centro amarelo, rodeado por uma zona alaranjada. O centro amarelo corresponde ao cilindro central da raiz, o anel alaranjado à sua casca. (Comparar raiz da Orquídea e do Feijão.) O periciclo, camada periférica do corpo central, não é firmemente condescido com a endoderma da casca, razão pela qual é fácil tirar o centro amarelo da cenoura. Na periferia desta há pequenos pontos que são raízes incipientes.

Tôdas as ramificações de raízes nascem no periciclo.

Cortes bem finos da casca da cenoura, montados em água, permitem a observação de *eritroplastos*. A sua côr é alaranjada e a sua forma alongada, com pontas aguçadas.

O pigmento responsável pela sua coloração é a *eritrofila* ou *caroteno*. Os pigmentos alaranjados e amarelos (*xantofila*) pertencem a um grupo de substâncias que são consideradas pró-vitaminas A.

Os plastos das Epermatófitas possuem três tipos de pigmentos: o verde, denominado *clorofila*; o alaranjado, conhecido por *eritrofila* ou *caroteno*; e o amarelo, a *xantofila*.

De acôrdo com a pigmentação, distinguimos quatro tipos de plastos: *cloroplastos*, *xantoplastos*, *eritroplastos* e *leucoplastos*.

Os *cloroplastos* são corpúsculos de côr verde e possuem todos os três pigmentos. São os realizadores da fotossíntese. Podem ser observados ao microscópio em qualquer corte dum órgão vegetal verde. Observando células da folha de *Elodea* não há necessidade de cortes. (Ver Unidade 13.)

Xantoplastos são plastos amarelos. Contêm *xantofila* e traços de *eritrofila*. Podemos observá-los ao microscópio num corte finíssimo duma pétala de *Girassol* ou de *Amor-perfeito*. Para tanto, dobra-se

a pétala sobre o dedo indicador da mão esquerda e retira-se uma finíssima película com uma navalha bem afiada e molhada. A fatia é montada em água pura, entre lâmina e lamínula.

Eritroplastos são plastos alaranjados até vermelhos. Cortes finos de cenouras ou da casca de *Pimentão Vermelho* fornecem bom material para observá-los.

Leucoplastos são plastos incolores, devido à ausência de pigmentos. São encontrados no tecido dos tubérculos novos da batata-inglês. Para evitar confusão com grãos de amilo, convém tratar o preparado com lugol. Somente os grãos de amilo tornam-se azuis ou escuros. Os leucoplastos adquirem a cor do lugol.

O citoplasma das células pode transformar leucoplastos em plastos coloridos. Podemos observar este fato macroscopicamente ao expor brotos brancos dum tubérculo de batata-inglês à ação da luz. Primeiro amarelecem, para depois se tornarem cada vez mais verdes.

A observação microscópica de cortes mostra tratar-se de transformações dos plastos.

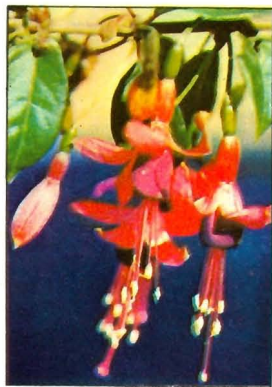
Raízes gregas dos termos técnicos empregados: *chlorós*=verde; *xanthós*=amarelo; *eritrós*=vermelho; *leucós*=branco; *phyllon*=fôlha; *plástos*=corpúsculo.

PRANCHA IV

MYRTIFLORAE e UMBELLIFLORAE



1



2



3



4

- MYRTIFLORAE: 1. GOIABEIRA-DA-SERRA (*FEIJÔA SELLOWIANA*)
2. BRINCO-DE-PRINCESA (*FUCHSIA SPECIOSA*)
UMBELLIFLORAE: 3. CARAGUATÁ (*ERYNGIUM PANICULATUM*)
4. SALSA (*PETROSELINUM SATIVUM*)

UNIDADE 19

O MIMO-DE-VÊNUS

(*Hibiscus rosa-sinensis*)

Material:

Obter material de Mimo-de-Vênus é bastante fácil. É cultivado e floresce em todo o Brasil durante o ano inteiro. Deve-se fornecer a cada aluno material para observação direta. Não é necessário demonstrar todos os tipos de disposição foliar mencionados na exposição, porque serão exemplificados em diversas Unidades posteriores deste Manual.

Exposição:

O MIMO-DE-VÊNUS é arbusto ornamental (fig. 79), originário da Ásia, cultivado em todos os países de clima tropical e subtropical. Às vezes atinge porte de pequena árvore. Entre nós floresce o ano inteiro.

Suas *fôlhas* são ovais com tendência a triangulares, com margem crenulado-serrada e nervuras palminérveas. Atingem mais ou menos a 5-15 cm de comprimento, por 2-6 cm de largura. Seu pedicelo comprido é flanqueado na base por duas estípulas lineares. A disposição das *fôlhas* no caule é alternante.

A disposição das *fôlhas* nos caules (filotaxia) constitui característico importante para a classificação dos vegetais floridos. Distinguimos vários tipos, sendo mais comuns os abaixo descritos (fig. 80).

É *oposta* quando existe um par de *fôlhas* que se defronta em cada nó do caule.

A disposição *oposta-cruzada* difere da anterior pela arrumação dos pares das *fôlhas*. Cada par forma uma cruz com o anterior.

Na disposição *verticilada* existem três ou mais *fôlhas* em cada nó do caule.

Finalmente na disposição *alternante* ou *espiralada* há uma *fôlha* em cada nó, inserida de tal maneira que o ângulo formado por duas

fôlhas sucessivas seja constante e a linha que liga tôdas as fôlhas tenha a forma helicoidal. O ângulo de divergência entre duas fôlhas é medido por frações da circunferência. Pode ser igual a $1/3$, $1/2$, $3/8$, $5/18$, etc. da mesma.



FIG. 79. Mimo-de-Vênus; Galho florido; a-andróforo; b-botão floral fechado; cl-cáliculo; e-estigmas.

O acêrto dessa teoria se observa sòmente em caules perpendiculares bem iluminados; nos galhos oblíquos e horizontais as fôlhas costumam adaptar a sua posição para receber melhor a luz solar.

Muito característica no MIMO-DE-VÊNUS é a estrutura das suas vistosas flôres. O cálice é duplo, composto de 5 sépalas concrecidas, rodeado de um calículo de fôlhas lineares, livres (fig. 79b). As fôlhas no calículo podem ser interpretadas como sendo as estípulas

correspondentes às sépalas. A corola é formada por 5 pétalas grandes e vermelhas.

O androceu consta dum tubo fino, vermelho, em cuja extremidade existem numerosos filêtes suportando anteras amarelas. Este tubo é considerado produto da concreção dos filêtes dos estames. Tubos desta natureza são denominados andróforos, nome formado dos radicais gregos *andros* = masculino + *phoros* = o que suporta (fig. 79 a). No interior do mesmo corre o estilete, que termina em cima por 5 ramificações, finalizadas cada uma por um estigma com aspecto de pequena almofada de veludo purpúreo (fig. 79 e). O ovário é composto de 5 carpelos concrescidos.

O fruto é uma cápsula.

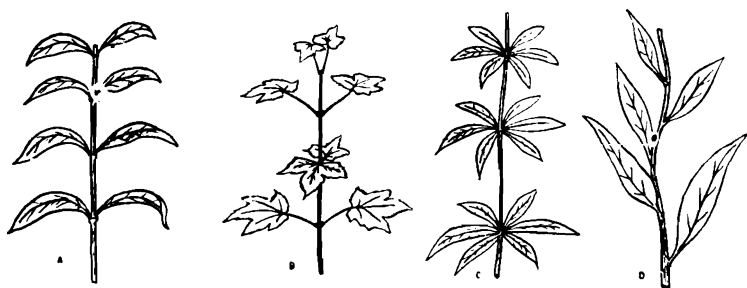


FIG. 80. Disposição das folhas no caule (Filotaxia) A — Fôlhas opostas; B — Fôlhas opostas cruzadas; C — Fôlhas verticiladas; D — Fôlhas alternantes com ângulo de divergência igual a $1/3$.

Afinidades:

O MIMO-DE-VÊNUS faz parte da grande família das Malváceas, que é de fácil reconhecimento pelo andróforo tubiforme, do qual emergem tantos estigmas quantos carpelos compõem o ovário.

Três famílias afins são as Tiliáceas, Bombacáceas e as Esterculiáceas.

As Tiliáceas possuem muitos estames livres; as Bombacáceas apresentam um único estigma; e nas Esterculiáceas os filêtes estão concrescidos em vários grupos.

As quatro famílias citadas com mais algumas de menor importância compõem a ordem Malvales.

Tôdas elas possuem espécies úteis e importantes:

Malváceas:

Bênção-de-Deus (*Abutilon molle* e outras espécies) — Arbusto comum na beira das nossas matas. Possui largas folhas veludosas, cordiformes e verde-claras e flôres amarelas. Seu chá é usado para tratamento de inflamações dentárias, etc.

Lanterna japonesa (*Hibiscus schizopetalus*) — Com flôres grandes, cujas pétalas são delicadamente recortadas.

Quiabo ou *quingombô* (*Hibiscus esculentus*) — Possui frutos comestíveis.

Algodoeiro (*Gossypium herbaceum*) — Planta cultivada, de enorme importância econômica. Suas sementes são dotadas de finos fios brancos, matéria-prima para a produção do algodão hidrófilo e das fibras têxteis dêsse nome.

Tiliáceas:

Açoita-cavalos (*Luehea divaricata*) — Árvore silvestre com flôres muito bonitas. É cultivada para fins ornamentais. O seu tronco fornece madeira apropriada à fabricação de carroçarias, etc.

Bombacáceas:

Paineira (*Chorisia speciosa*) — Árvore muito ornamental. Os pêlos de suas sementes são usados para enchimento de travesseiros, salva-vidas, móveis estofados, etc.

Eterculiáceas:

Cacaueiro (*Theobroma cacao*) — Planta de grande valor econômico, cultivada principalmente no Estado da Bahia e próximo a Belém do Pará. Das sementes prepara-se o cacau, o chocolate, etc.

Borla-de-sargento (*Dombeya wallichii*) — Arbusto ornamental com flôres róseas.

Exercícios:

Aconselhamos exigir de cada aluno o exame minucioso duma flor, a preparação dum corte longitudinal e a reprodução da observação por desenho esquemático.

Além disso, convém aproveitar a oportunidade para verificar a estrutura do pólen, que possui membrana externa com excrescências interessantes, bem como a sua germinação. A observação microscópica é feita com montagem em água. A germinação do pólen é provocada, pulverizando-o numa placa de Petri sobre água açucarada a 4%, ou sobre ágar-ágar com igual teor de açúcar.

UNIDADE 20

A RAINHA-DA-NOITE

(*Cereus grandiflorus*)

Material:

Às vêzes será difícil encontrar exemplares floridos de Rainha-da-Noite. O exemplo foi escolhido em virtude da sua extraordinária beleza e por ser bem conhecido em tôda a parte. O professor terá oportunidade para mostrá-lo numa excursão ou passeio. Para a aula, poderá lançar mão de qualquer outro cacto florido, cultivado em recipiente portátil. As flôres têm sempre as mesmas características fundamentais, variando na forma, tamanho, côr e algumas minúcias. Para experiências de sementeira, necessitam-se de sementes frescas e de uma caixinha com areia, coberta com vidro.

Exposição:

A *Rainha-da-Noite* (fig. 81) é originária das Antilhas. No Brasil é cultivada como planta ornamental com tal freqüência que fugiu dos jardins e se tornou espécie subespontânea.

Seu *caule* é articulado e verde, relativamente grosso. Cada articulação apresenta de 5 a 8 asas, que conferem ao seu corte transversal um contôrno de estrêla. Pode ser muito ramificado. Quando atinge altura superior à do seu porte, faz cair os galhos formando uma copa redonda de estrias verdes.

Não há *fôlhas* verdadeiras. As mesmas encontram-se transformadas em espinhos, inseridos nas arestas do caule.

Caules como o presente, que exercem a função da fotossíntese em substituição aos órgãos foliares, são denominados *cladódios* (Comparar com o Espargo, na Unidade 1).

A Rainha-da-Noite é planta trepadeira. Sobe nos troncos das árvores ou nas cêrcas e muros das casas por meio de raízes adventícias, que crescem sempre na horizontal e se fixam nos suportes e podem ser distinguidas a longa distância. Parecem cordões claros

com cerca de 5-10 cm de comprimento, sobre o fundo escuro da alveolaria, às vezes pichada de preto.

Muito interessante é a estrutura da *flor*. Possui grande número de sépalas, pétalas e estames. O gineceu é formado por vários carpelos concrecidos.

Os verticilos florais consecutivos não estão dispostos em círculos alternantes, como na maioria das flores até agora estudadas. Nem existem limites abruptos entre cálice, corola e androceu. Todas as



FIG. 81. Rainha-da-noite (*Cereus grandiflorus*)
Galho florido.

peças florais estão dispostas numa espiral contínua e as sépalas consecutivas tomam paulatinamente a cor das pétalas, e estas, se transformam aos poucos em estames típicos. (Comparar com o Maruru.)

A flor permanece aberta durante uma única noite. De manhã fecha-se, para nunca mais se abrir. Sua corola tem cerca de 20 cm

de diâmetro. O esplendor de suas pétalas brancas paga règiamente a paciência duma espera e observação prolongadas.

O fruto é uma baga.

Afinidades:

A família das *Cactáceas*, à qual o nosso exemplo pertence, é tão característica que pode ser reconhecida sem dificuldade. Existem espécies de todos os tamanhos.

O aparelho vegetativo é desprovido de fôlhas verdes, exceto no gênero *Peireskia*. O caule é um cladódio suculento, cilíndrico, cilíndrico-alado, esférico-alado, esférico-mamilado ou composto de articulações ovado-achatadas parecidas com fôlhas. Na maioria dos casos existem arestas cobertas por espinhos perigosamente agudos e duros, que são fôlhas transformadas.

No interior dos caules grossos há grandes reservas de água. O número de estomas na epiderme costuma ser muito reduzido. Além disto, pelo menos nas espécies que habitam os sertões e as caatingas, encontramos raízes desproporcionadamente compridas. Caracteres dêste tipo são considerados adaptações à vida em regiões sêcas.

Plantas cujos caules são cladódios engrossados, como nas *Cactáceas*, são denominadas *suculentas*. Encontramo-las também entre as *Euforbiáceas* e *Asclepiadáceas*. As *Cactáceas* distinguem-se destas pelas flôres espiraladas do tipo acima descrito e, em geral, pela falta de látex.

Outros Exemplos:

Princesa-da-noite — (*Cereus triangularis*) (figs. 82 e 83). Mais comum que a Rainha-da-Noite, com a qual é bastante parecida. Distingue-se desta pelos cladódios triangulares.

Ora-pro-nobis — (*Peireskia aculeata*). Dotada de fôlhas coriáceas e espinhos compridos muito agudos. As suas flôres possuem pétalas rosadas.

Cacto Miúdo ou *Ouriço* — (*Echinocactus ottonis* e outras spp.) Tem forma de um ouriço e flôres de pétalas amarelas, sendo comum no sul do país.

Figueira-da-Índia — (*Opuntia ficus-indica*). Cultivada, com frutos comestíveis. No século passado foi criada uma variedade desprovida de espinhos e que modernamente está sendo plantada em larga escala como planta forrageira adaptada às condições sêcas no nordeste brasileiro. Existem várias espécies silvestres dêste gênero no Brasil, como a *Arumbeva* — (*Opuntia monacantha*). Tôdas possuem cladódios articulados, compostos de placas elípticas e achatadas.

Tuna — (*Cereus peruvianus*). Cacto de forma cilíndrico-estrelada, usado para formar cêrcas vivas, impenetráveis. É de porte relativamente grande. Floresce durante a noite.

Flor-de-sêda — (*Epiphyllum truncatum*). Cacto cultivado, devido às lindas flôres, cuja cor varia entre rosácea, púrpura e roxa. Os cladódios são formados por articulações cônicas, achatadas, desprovidas de espinhos.



FIG. 82. Princesa-da-noite. Galho florido.

Rabo-de-Rato — (*Rhipsalis myosurus*). — As espécies dêste gênero são epífitas das nossas árvores. São caracterizadas pelos cladódios cilíndricos com ramificações verticiladas.

Filocacto — (*Phyllocactus spp.*) Frequentemente cultivado em virtude da beleza das flôres grandes, pupúreas ou brancas. Possui cladódios achatados, sem espinhos, que lembram a forma duma fôlha. São epífitas.



FIG. 83. Princesa-da-noite: fruto.

Exercícios:

É óbvio que o professor fará examinar a organização floral em tantas espécies quantas conseguir apresentar. Também deverá chamar a atenção para as formas características dos cladódios suculentos.

Provavelmente terá facilidade de obter frutos maduros dum *Cereus* ou duma *Opuntia*. Basta semeá-las numa caixinha com areia úmida, para poder apreciar as plantas germinativas, que apresentam caule suculento desde o início e demonstram a sua natureza de Dicotiledôneos pela presença de duas fôlhas germinativas (germinação epigéia). Às vezes os cotilédones são bem desenvolvidos, como na *Opuntia brasiliensis*; outras vezes, reduzidos a pequenas excrescências carnosas.

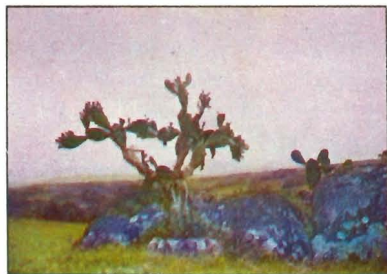
PRANCHA V
MALVALES e OPUNTIALES



1



2



3



4

- MALVALES: 1. AÇOITA-CAVALO (*LUEHEA DIVARICATA*)
2. QUIABO (*HIBISCUS ESCULENTUS*)
OPUNTIALES: 3. ARUMBEVA (*OPUNTIA MONACANTHA*)
4. OURIÇO (*ECHINOCACTUS OTTONIS*)

UNIDADE 21

A BATATA-DOCE

(*Ipomoea batatas*)

Material:

Tôda a matéria poderá ser exposta na sala de aulas. É necessário providenciar material suficiente para que cada aluno possa examinar flôres abertas e fechadas da batata-doce, suas fôlhas e os tubérculos comestíveis. Onde isto não fôr possível, substituem-nas as flôres e fôlhas do *Gramofone* ou *Campainha*, que crescem em terrenos baldios e ao longo das rodovias e florescem durante todo o ano.

Para as experiências da extração dos pigmentos precisam-se ainda: 6 tubos de ensaio por grupo de trabalho; uma solução alcalina fraca (Na OH); uma solução ácida (vinagre ou HCl diluído); um pouco de gasolina; álcool a 70%; um bico de Bunsen ou uma chama de álcool.

Exposição:

A *Batata-doce* (fig. 84) é freqüentemente cultivada no Brasil, de preferência em terras fôfas, que garantem boa colheita.

Suas *raízes* transformam-se em tubérculos grandes, comestíveis e ricos em amilo, muito apreciados para a alimentação humana. Diferem do paladar da *Batata-inglês* (*Solanum tuberosum*) pelo gôsto algo adocicado.

O *caule* é herbáceo e rastejante, bastante ramificado, chegando a cobrir vários metros quadrados. Das hastes cortam-se pedaços com pelo menos dois nós, para a multiplicação da planta por estacas; de vez que as variedades melhores são híbridas, perderiam suas qualidades selecionadas, caso fôssem reproduzidas por sementes.

As *fôlhas* têm forma variável nas diferentes qualidades em cultivo. Possuem pedicelos longos e, em geral, lâminas ovadas ou lobadas; às vêzes, angulares, com base cordiforme.

A flor (comparar figs. 85 e 86) obedece à fórmula $K(5) C(5) A 5, G(5)$. A corola é *simpétala*. Suas pétalas, concrescidas entre si, formam uma peça única, semelhante a um funil ou uma campainha. Abrem durante o dia e fecham durante a noite. Quando fechada (fig. 86 b), ou em botão, fica parecida com um cartucho triangular fechado por torção. Tal posição denomina-se *prefloração convoluta* ou *plicato-valvar*.

O fruto é uma cápsula, envolta pelos segmentos do cálice que aumentam de tamanho durante a maturação.

Por *prefloração* compreende-se a posição peculiar das pétalas ou sépalas no botão floral. A mais comum é a *prefloração imbricada*, cujas formas ascendente e descendente foram estudadas nas flôres do *Feijão* e do *Flamboyant*. A *prefloração valvar*, também frequentemente encontrada, foi exemplificada pelo *Angico*. A estas duas acrescentamos o tipo presente da *prefloração convoluta*.

Nas Unidades 8 até 20, foram examinados representantes de famílias e ordens de *Dicotiledôneos*, cujas corolas são formadas por pétalas independentes entre si. Nas Unidades 21 até 27 encontramos espécies com corolas de pétalas concrescidas. Com base nesta estrutura, dividem-se os *Dicotiledôneos* em *Coripétalos* (com pétalas independentes) e em *Simpétalos* (com pétalas concrescidas).

Afinidades:

A *Batata-doce* pertence à família das *Convolvuláceas*. A maioria de suas espécies são ervas volúveis. As flôres possuem corolas vistosas, brancas ou coloridas, com *prefloração convoluta* e forma funiliforme, campanulada ou rotada (fig. 87). A fórmula floral é $K(5), C(5), A 5, G(2-5)$. O ovário é súpero.

Frequentemente possuem vasos lactíferos.

Exemplos:

Campainha ou *Gramofone* — (*Ipomoea purpurea*; *Ipomoea cairica*; *Meremmia dissecta* e outras). A primeira possui folhas simples, cordiformes trilobas, e a segunda, folhas compostas digitadas. Ambas são comuns no Brasil, chegan-



FIG. 84. Batata-doce com folhas.

do quase a constituir praga. Nos Estados Unidos e outros países são cultivadas nos jardins, sob a denominação de "Morning glory", em virtude da beleza de suas flôres. A terceira tem flôres alvas e fôlhas dígito-lobadas.

Salsa-da-praia — (*Ipomoea pes-caprae*). Planta rastejante, comum nas areias das praias, de São Paulo para o norte. Seu nome científico refere-se à semelhança dos contornos das fôlhas bilobadas com os cascos duma cabra.

Boas-noites — (*Calonyction speciosum*). Trepadeira brasileira com grandes flôres alvas, que ficam abertas durante a noite.

Flor-de-cardeal — (*Quamoclit pinnata*). Trepadeira de fôlhas lineares e pequenas, com flôres tubuladas vermelhas, muito ornamentais. Comum nos nossos jardins.

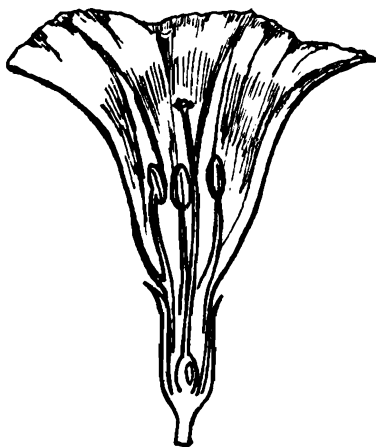


FIG. 85. Flor do Gramofone (*Ipomoea purpúrea*) cortada longitudinalmente.

Exercícios:

Terminada a análise morfológica do material, convém observar a forma peculiar do amilo da batata-doce, pelo método de costume.

As flôres e fôlhas da Campainha oferecem excelente oportunidade para o estudo dos principais pigmentos existentes nos plastos das fôlhas e no suco celular das pétalas.

Já sabemos da Unidade 18 que os cloroplastos contêm *clorofila* (verde) *xantofila* (amarela) e *eritrofila* (vermelha). Todos êstes pigmentos se dissolvem em álcool, éter, gasolina, etc. e são insolúveis em água. Para provar êste fato, basta picotear uma fôlha e submeter os pedaços, num tubo de ensaio, à ação extrativa, p. ex., do álcool e da água. O tubo de ensaio deve ser sacudido de vez em quando e aquecido sôbre chama branda. O álcool — usa-se de preferência álcool a 70% — tornar-se-á bem verde; a água poderá ficar turva, mas não se tingem. Prolongando a experiência por vários dias, é possível extrair quase todos os pigmentos. Os pedaços da fôlha tornam-se brancos.

A solubilidade da clorofila e da xantofila no álcool e gasolina não é a mesma. A clorofila dissolve-se mais facilmente na gasolina



FIG. 86. Ramo florido do Gramofone: a-flor aberta; b-botão floral fechado, mostrando a prefloração convoluta da corola.

e a xantofila no álcool. Álcool a 70% e gasolina não formam misturas estáveis. Se juntarmos os dois líquidos num tubo de ensaio, obteremos uma mistura turva, que aos poucos clareia, por separação dos seus componentes. A gasolina sobrenada o álcool. Este fato pode ser aproveitado para separar a clorofila da xantofila. Retomamos a nossa solução alcoólica de pigmentos da folha, inicial, adicionamos à mesma um pouco de gasolina e sacudimos bem. Após algum tempo, haverá separação dos dois líquidos. Em cima ficará sobrenadando um anel de gasolina, de cor verde intensa, devido à clorofila. Em baixo encontraremos o álcool amarelado, devido à xantofila.

Antes de fazer a experiência, convém ensaiar a separação da gasolina e do álcool. Gasolina de automóvel contém substâncias estranhas, que podem fazer fracassar a demonstração, por tornar estável a mistura com o álcool. Às vezes facilita-se a operação diluindo-se o álcool com um pouco de água, ou misturando-se a gasolina com um pouco de óleo mineral.

A côr das pétalas da Campainha varia, nas diversas horas do dia, entre púrpuro, roxo e azul. Estas côres são produzidas por um único pigmento solúvel em água, denominado *antociano*, do grego: *anthos* = flor, *cyanos*=azul.

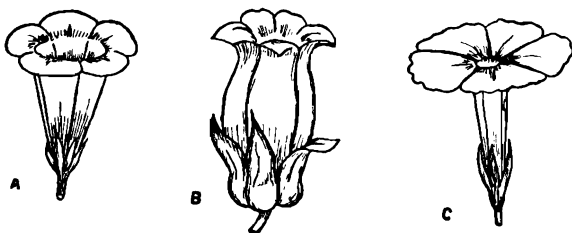


FIG. 87. Tipos de corolas: A — funiliforme ou afunilada; B — campanulada; C — rotada.

Picotemos algumas pétalas, para extrair o seu pigmento num tubo de ensaio com água fria ou quente. O líquido resultante muda a côr para vermelho até purpúreo, se adicionarmos um ácido fraco; e volta ao roxo e azul, sob ação dum álcali. A côr depende, pois, do pH da solução, da mesma forma que a côr do papel Tornassol ou de outro indicador químico.

As côres vermelhas, azuis, roxas e até o verde-azeitona das flôres dependem da presença de antociano no suco celular e do pH do mesmo. De modo geral podemos dizer que o suco ácido produz tonalidades vermelhas; suco neutro, roxas; e suco alcalino, azuis até esverdeadas. O pigmento é sempre o mesmo.

O pH do suco celular das pétalas da Campainha depende da intensidade da fotossíntese. Observe as côres em diversas horas do dia e tire as suas conclusões.

UNIDADE 22

A BÔCA-DE-LEÃO

(*Antirrhinum majus*)

Material:

O presente assunto visa a ampliar e firmar os conhecimentos morfológicos, florísticos e anatômicos dos alunos. A exposição poderá ser feita na sala de aula, desde que os alunos recebam número suficiente de plantas para observar os fatos relatados pelo professor. É fácil cultivar os exemplares necessários num canteiro pequeno do jardim escolar ou adquiri-los duma florista.

Exposição:

A *Bôca-de-leão*, originária da Europa, é uma das plantas ornamentais mais freqüentemente encontradas nos nossos jardins, devido à facilidade de cultura e à rapidez com que floresce.

Deve ser semeada em caixas com areia, cobertas de vidro. Após poucas semanas, desenvolvem-se plantinhas de mais ou menos 10 cm de altura, que podem ser mudadas para os canteiros definitivos. Quando seus caules atingem 20-30 cm começam a florescer.

O *caule* é herbáceo no primeiro ano de vida. Se não fôr arrancado e replantado, como é praxe dos jardineiros, torna-se lenhoso e subarbastivo no segundo ano.

A *raiz* principal é fina e bastante comprida, dotada de muitas ramificações laterais. Representa bem o tipo duma *raiz axial*. Seu poder de fixação e absorção garantem à planta nutrição suficiente, mesmo em terra pobre, e boa resistência contra sêcas não demasiadamente prolongadas.

As *fólias* são estreitas, sésseis, de oblongas até lineares, maiores na base do caule, diminuindo de tamanho em direção à sua ponta. Assim não fazem sombra umas sobre as outras. A sua disposição é oposta cruzada, pelo menos na base, podendo variar nas pontas dos galhos.

Cada galho do caule desenvolve uma espiga terminal de flôres vistosas, multicores.

As flôres (fig. 88) obedecem à fórmula $K(5)$, $C(5)$, $A\ 4$, $G(2)$. A corola é zigomorfa, de forma ventricoso-bilabiada. A parte basal das pétalas constitui um tubo abaulado que termina numa fauce de dois lábios apertados e fechados. O superior é formado por 2 pétalas

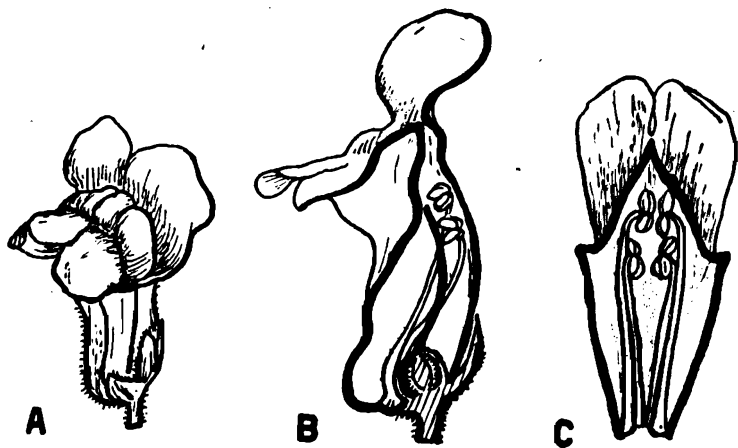


FIG. 88. Bôca-de-leão: A — flor inteira; B e C — cortes longitudinais.

e o inferior por 3 pétalas condescidas. Apertando-se lateralmente uma flor, com leve pressão dos dedos consegue-se um movimento de abrir e fechar dos lábios, que lembra a bôca dum animal, origem do nome popular.

Os estames formam dois pares desiguais, um mais comprido do que o outro. Os seus filêtes inserem-se nas pétalas superiores na abóbada da bôca corolar, na qual se escondem.

O gineceu súpero é composto dum ovário oval, encimado por um estilete, mais comprido do que os estames e que termina num estigma bifurcado. Ao redor da base do ovário existe um anel nectarífero. Êste segrega um suco adocicado, que se acumula na parte ventricosa da corola.

Insetos fortes, como mamangabas, ou então beija-flôres conseguem abrir os lábios para sugar o néctar. Neste processo efetuam a polinização. No entanto, certos besouros pequenos, incapazes de forçarem a entrada, furam a base do cálice e da corola, para se apoderarem do prêmio açucarado, sem pagarem o preço devido, isto é, a polinização da flor. Frustram o objetivo da interessante estrutura.

O fruto (fig. 89) é uma *cápsula porícida*. Não cai ao amadurecer. Dissemina as suas numerosas e pequenas sementes através de poros apicais.

Afinidades:

A *Bôca-de-leão* pertence à família das *Escrofulariáceas*. A maioria de suas espécies são ervas. Há arbustos e árvores. As folhas são simples, desprovidas de estípulas, com formas e disposição variáveis.



FIG. 89. Bôca-de-leão; fruto.

As flôres são bissexuadas e zigomorfas. Obedecem à fórmula $K\ 5, C(5), A\ 2\ \text{até}\ 5, G(2)$. A corola é *personada*, isto é, imita o aspecto de algum objeto, ou animal, como uma máscara, do latim *persona*.

O fruto é cápsula ou baga.

Outros exemplos:

Verbasco — (*Verbascum phlomoides*). Possui belas flôres amarelas, que têm emprêgo medicinal.

Sapatinho-de-Vênus — (*Calceolaria scabiosifolia* e outras spp.) Pequena erva brasileira, com corola amarela, semelhante a um minúsculo pantufo. Alguns híbridos têm valor ornamental.

Linária — (*Linaria cymbalaria*). Diminuta erva ornamental, adventícia no Brasil. Sua flor, semelhante à da Bôca-de-leão, possui um esporão no fundo da corola. Cresce bem nos interstícios dos muros de pedra.

Dedaleiro verdadeiro — (*Digitalis purpurea*). Erva muito ornamental, de origem européia e cultivada entre nós. Suas flôres têm corolas em forma de dedal. Dela se extrai a digitalina, muito empregada na terapêutica das afecções cardíacas.

Exercícios:

Terminada a análise morfológica do material, podemos aproveitá-lo para outras experiências.

Um corte transversal do caule, tratado com HCl e floroglicina, põe em evidência os vasos lenhosos. Na observação microscópica apresentam membranas vermelhas. Os seus feixes costumam ser ligados entre si por tecido lignificado, também vermelho.

A corola amarela deve a sua côr à presença dum pigmento hidrossolúvel no seu suco celular. O mesmo pode ser extraído pelo processo utilizado na Unidade anterior para os antocianos. É denominado *antocloro*.

UNIDADE 23

O FUMO

(*Nicotiana tabacum*)

Material:

Se não fôr possível obter quantidade suficiente de plantas floridas de Fumo, qualquer outra Solanácea, cultivada ou silvestre, pode substituí-lo, para fins de demonstração. Mostruários com fumo e seus subprodutos costumam ser distribuídos pelas grandes fábricas de charutos e cigarros, a título de propaganda.

Material vivo de Solanáceas cultivadas existem em abundância nos mercados de frutas e legumes. O seu cultivo no jardim escolar não oferece dificuldades.

O tema presente dá oportunidade para aludir a conceitos de higiene, saúde, química e História da Civilização.

Exposição:

O *Fumo* é originário da América. O seu uso pelas populações indígenas, sob a forma de cachimbo e de rapé, foi testemunhado por Cristóvão Colombo. Sua cultura foi introduzida na Europa em 1560 por Jean Nicot, embaixador da França junto à corte portuguesa. O nome científico do gênero *Nicotiana* comemora êste fato.

O costume de fumar chegou a nós através de Sir Walter Raleigh, cuja volta para a Inglaterra em 1586 marca o início do uso do cachimbo na Europa. Parece que o consumo de charutos começou um pouco mais tarde, na Espanha.

Hoje em dia, charutos, cigarros e cachimbos estão sendo fumados por indivíduos de tôdas as nações, em escala cada vez maior, apesar dos reparos bem fundamentados dos higienistas e farmacólogos. As fôlhas do fumo contêm um alcalóide extremamente tóxico, denominado *nicotina*. Poucos centigramas desta substância são suficientes para matar uma pessoa. O teor em nicotina varia entre 0,68 a 4,8% nas fôlhas verdes; a secagem e subsequente fermentação destroem parte das substância. Mesmo assim, um único charuto seria mortal,

caso o fumante ingerisse tôda a nicotina que contém. Felizmente parte da mesma volatiliza-se com o calor e parte é retida no tôco do charuto.

Doses pequenas de nicotina produzem sensação de bem-estar e pouco efeito tóxico. O costume torna necessário doses mais elevadas para conseguir o estado eufórico, com prejuízos naturalmente cada vez maiores para a saúde. Quando o hábito de fumar ocasionalmente se



FIG. 90. Fumo, planta florida.

transforma em impossibilidade de deixar de fumar, chegou o indivíduo a um estado de intoxicação crônica que pode produzir sérios perigos. O uso, inicialmente inócuo, tornou-se vício. A nicotina revelou sua natureza de entorpecente, comum a muitos outros alcalóides.

O uso do fumo, principalmente na forma de cigarros e charutos, é considerado uma das causas principais da disseminação cada vez maior do câncer do pulmão nas nações civilizadas.

O Fumo (fig. 90) é planta herbácea, anual, e às vezes bianual e até triannual.

Sua *raiz* penetra profundamente e é por isto que pode ser cultivado em solos secos e arenosos. A estrutura da terra influencia nas qualidades comerciais das folhas.

O *caule* atinge 1/2 até 1 1/2 m de altura.

As *fólias* são alternas, sésseis, com lâmina ovada, oblonga, elíptica ou lanceolada. Atingem 50 cm de comprimento por 15 cm de largura. Folhas e caules são cobertos por pêlos, que as tornam pegajosas. As suas ramificações parecem nascer fora das axilas das folhas. Denomina-se este fenômeno *ramificação extra-axilar* (fig. 91). Realmente há formação dos botões na própria axila foliar, como nos demais vegetais superiores; porém, ao invés de nascer diretamente para o lado, o galho concrece e acompanha o caule durante algum tempo, chegando a desviar em situação aparentemente independente da folha.



FIG. 91. Tipos de ramificação: A — ramificação axilar;
B — ramificação extra-axilar.

As *flôres* (fig. 92 A) são reunidas em cachos ou panículas terminais. Sua fórmula é K(5), C(5), A 5, G(2), súpero. A corola é lanuginosa e 2 a 3 vezes mais comprida que o cálice. Consta dum tubo esbranquiçado que termina em 5 lóbulos rosados. Abre-se durante o dia e fecha durante a noite.

O *fruto* (fig. 92 B) é uma cápsula de *deiscência valvar*. Produz muitas sementes pequenas.

Afinidades:

Nosso exemplo pertence à grande e importante família das *Solanáceas*, que é caracterizada pela ramificação extra-axilar dos caules,

pela fórmula floral K(5), C(5), A 5, G(2-5) e pelas anteras mais compridas que os filêtes dos estames. No gênero *Solanum* os estames emergem, qual coluna amarela, do centro da corola rotada, rodeando um gineceu coroadado por um único estigma em forma de botão (fig. 93). Existem na família ervas, arbustos e árvores, com tipos foliares muito variáveis. Muitas espécies são plantas nutritivas, ornamentais ou medicinais, importantes.

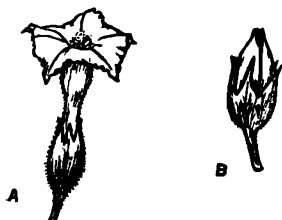


FIG. 92. Fumo: A — flor;
B — cápsula.

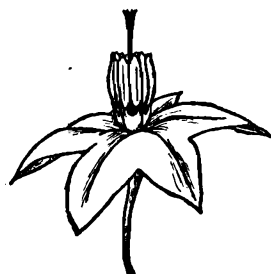


FIG. 93. Flor do Joá.

Citamos as que seguem:

Batata-inglês — (*Solanum tuberosum*). Originária da América do Sul, foi introduzida na Europa pelo inglês Sir Walter Raleigh. O alto valor nutritivo das batatas (tubérculos de caule) e a facilidade do seu cultivo transformaram-na num dos alimentos básicos dos povos centro-europeus. Os frutos são venenosos.

Tomateiro — (*Solanum lycopersicum*). Originário da Pérsia e atualmente cultivado em tôda a parte. As suas bagas têm ótimo paladar e são ricas em vitaminas.

Berinjela — (*Solanum melongena*). Cultivada entre nós. Cresce bem em terras ricas e úmidas. Seus grandes frutos escuros servem como legume.

Joá — (*Solanum sisymbriifolium*). Planta silvestre, comum no sul do Brasil, com frutos comestíveis, semelhantes a pequenos tomates.

Estramônio — (*Datura stramonium*). Arbusto originário do hemisfério boreal, tornou-se adventício nos terrenos ruderais. A sua corola branca e campanulada abre-se à noite. É utilizada para fabricação de cigarros calmantes para asmáticos.

Cartucheiro, Trombeteiro — (*Datura arborea* e *Datura suaveolens*). Com flôres muito maiores que a espécie anterior, brancas ou amarelas, abertas de dia, ornamentais. Possuem propriedades terapêuticas semelhantes.

Pimentão — (*Capsicum annuum* e *Capsicum frutescens*). Produz frutos comestíveis, intensamente vermelhos quando maduros.

Beladona — (*Atropa belladonna*). Arbusto europeu cujas bagas escuras contêm o alcalóide *atropina*, utilizado na medicina e às vezes abusado na cosmética.

Manacá — (*Brunfelsia hopeana* e outras spp.) Arbusto muito ornamental. Na mesma planta encontram-se flôres azuis e brancas.

Petúnia — (*Petunia spp.*) Há muitas espécies silvestres. Outras, híbridas, são cultivadas nos jardins, em virtude da beleza das suas flôres.

Exercícios:

Os trabalhos práticos relacionam-se com as Solanáceas úteis e tóxicas, silvestres e cultivadas, do Brasil. Grupos de alunos devem reunir material das espécies existentes na região e analisá-los com o professor. O assunto dá também oportunidade para consultas de bibliografia. Será interessante mandar fazer verificações individuais nos livros existentes na biblioteca escolar e incentivar o interesse nos livros de propriedade paterna, etc. Chamamos a atenção para as obras de Hoehne e de Decker e para Revistas do tipo "Chácaras e Quintais", "Flôres do Brasil", etc., bem como publicações agrônômicas e botânicas pròpriamente ditas.

UNIDADE 24

O JACARANDÁ

(*Jacaranda acutifolia*)

Material:

A espécie pode ser apresentada na sala de aula ou durante um passeio. É essencial proporcionar a cada aluno material para observação de folhas, flôres e frutos. Os frutos lenhosos conservam-se indefinidamente. Se não fôr possível fazer coincidir a apresentação da Unidade com a época de florescimento (primavera) do Jacarandá, é mister lançar mão de material herborizado. Eventualmente é possível substituir a flor do Jacarandá pela flor do *Camarão* (*Tecomaria capensis*), que floresce continuamente.

Para investigação da madeira são necessários pedacinhos de tamanho não inferior a 1 cm³, tirados dum galho ou caule de pelo menos 10 cm de diâmetro.

Exposição:

O *Jacarandá* (fig. 94), originário do Peru, é uma das árvores mais belas que ornamentam as ruas das cidades brasileiras. Na primavera encanta pela abundância de suas flôres azuis-arroxeadas, e nas demais estações, pela delicadeza da folhagem.

As suas *fóllhas* são biparipenadas, formadas por 10-13 jugos de folíolos compostos imparipenados, constituídos cada um de muitos folíolos pares e um terminal ímpar. Os folíolos de 2.^a ordem são oblongos ou lanceolados, com cêrca de 1-2 cm de comprimento e 1-3 mm de largura.

As *flôres* obedecem à fórmula K(5), C(5), A 5, G(2) súpero. Cálice e corola são campanulados. O cálice é curto e a corola comprida, de côr azulada. Os 5 estames são inseridos nas pétalas, na



FIG. 94. Jacarandá. Galho florido.

base do tubo corolino. Quatro são encimados por anteras monotecas, férteis, e um é completamente estéril (fig. 95). O estéril que pode ser reduzido quanto ao tamanho é denominado estaminódio.

Estaminódios são estames rudimentares, sem produção de pólen.

O *fruto* (fig. 96) é uma síliqua achatada e lenhosa. No seu interior formam-se sementes, complanadas, rodeadas por asas membranosas, esbranquiçadas. Impelidas pelo vento, são levadas para longe.

Síliques são frutos secos, formados por dois carpelos concrecidos que se abrem por duas valvas ou fendas. Entre os dois car-

pelos estende-se um septo permanente, do qual se desprendem as sementes. Estas não precisam ser aladas, como no exemplo presente e em tôdas as Bignoniáceas neotrópicas. Nas síliquas da *Couve* e do *Rabanete* as sementes são redondas e escuras.

Sementes aladas não devem ser confundidas com frutos alados. Sòmente àqueles cabe o têrmo *sâmara*.

O caule e seus galhos proporcionam boa oportunidade para estudar a sua anatomia de maneira geral.

Observando o desenvolvimento da árvore durante vários anos, nota-se que o aumento do comprimento do tronco e dos galhos se processa nas pontas. Um galho lateral permanece na mesma altura durante tôda a vida da planta, apesar da cumeeira da árvore se elevar cada vez mais. Um sinal qualquer esculpado na casca do tronco permanece no mesmo nível no decorrer dos anos.

Porém, a grossura dos caules e galhos aumenta de ano em ano, regularmente, em tôda a extensão.

Se observarmos um corte transversal duma ponta de galho, de casca verde, pouco abaixo da zona de alongamento, reconhecemos a mesma estrutura geral já apresentada no caule de Feijão (comparar com a Unidade 9).

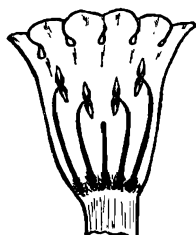


FIG. 95. Jacarandá. Corola estendida, mostrando os 4 estames férteis e, no centro, o estaminódio.

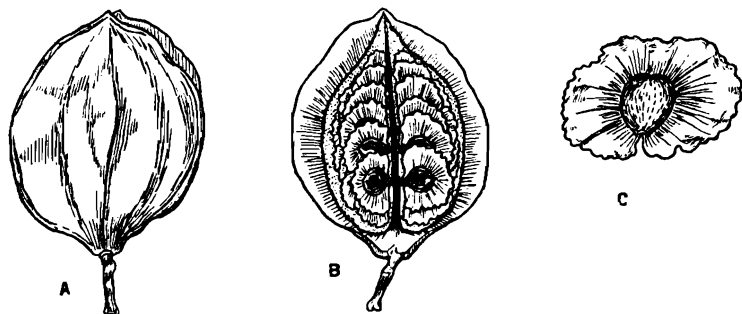


FIG. 96. Jacarandá. A — síliqua completa, aberta; B — a mesma após retirada das valvas de um lado. No septo central, preto, inserem-se as sementes; C — semente com asa membranácea (tamanho natural).

O caule está dividido em casca verde e cilindro central, (fig. 97 A) ligados pelo câmbio. A casca é composta dos elementos liberianos, que conduzem a seiva elaborada, de tecidos clorofilados e duma epiderme dotada de estomas para ventilação. O corpo central

contém, junto ao câmbio, os feixes lenhosos, que conduzem a seiva bruta, e entre êles, bem como no centro, tecidos diversos. Esta *estrutura* é considerada *primária*.

As partes mais grossas do caule e dos seus galhos sofrem, no decorrer dos anos, modificações cada vez mais profundas. Sua estrutura primária transforma-se na *estrutura secundária* (fig. 97 B) e isto, principalmente, em virtude da atividade do câmbio.

Este tecido de crescimento produz anualmente um cilindro de células lenhosas, condutoras da seiva bruta. Com isto aumenta o diâmetro do cilindro central. A porção do tecido situada entre os feixes lenhosos primários é transformada em lenho. Sòmente algumas fileiras de células são excetuadas. Alongam-se em direção radial, para constituírem os raios medulares. Êstes formam linhas visíveis

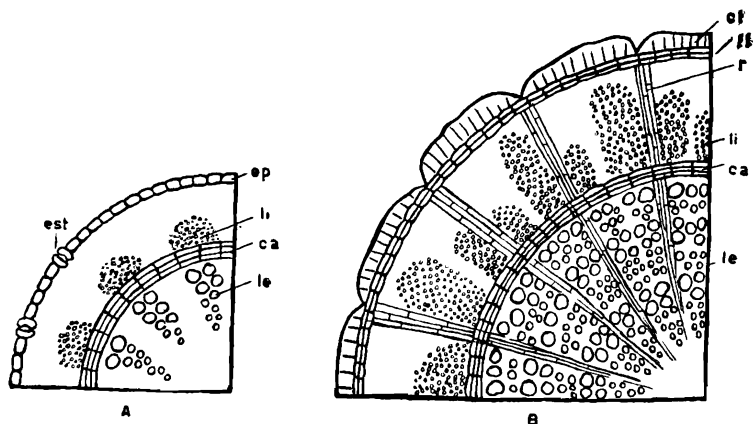


FIG. 97. Estrutura do caule dos Dicotilêdóneos: A — estrutura primária; B — estrutura secundária — Cortes transversais: ca-câmbio; ct-cortica; ep-epiderme; est-estoma; fl-felogênio; le-lenho; li-líber; r-raio.

a ôlho nu, e que irradiam do centro do caule para a periferia. A madeira tôda apresenta círculos concêntricos, denominados *anéis anuais*, que representam o acréscimo produzido pelo câmbio durante cada período vegetativo. Nos climas frios e temperados cada anel corresponde exatamente a um ano, e a sua demarcação é mais nítida do que em árvores sempre verdes do clima tropical.

A transformação estrutural do cilindro central é acompanhada pela casca. A epiderme com estomas é substituída por uma camada contínua de cortiça, salpicada com pequenas excrescências, denominadas *lenticelas*, pela semelhança com pequenas lentilhas. As lenticelas são chaminés de ventilação, situadas por cima da desembocadura dos raios medulares. Anos mais tarde desaparecem as lenticelas

pela formação duma casca de cortiça grossa e fendida. As fendas são aberturas de ventilação. Placas externas da cortiça desgastam-se e caem, sendo substituídas por outras pela ação dum meristema denominado *felogênio*, do grego *phellos* = cortiça + *genos* = gerador. Origina-se das camadas subepidérmicas da estrutura primária. Os outros tecidos da casca transformam-se em fibras. O câmbio adiciona anualmente, de dentro para fora, novos feixes liberianos, substituindo os que se perdem por pressão e desgaste nas camadas periféricas.

Afinidades:

As *Convolvuláceas*, *Escrofulariáceas* e *Solanáceas*, mencionadas nas Unidades anteriores, formam com as *Bignoniáceas* e mais algumas outras famílias a grande ordem das *Tubifloras*.

O Jacarandá é uma *Bignoniácea*. As espécies pertencentes a esta família são árvores, arbustos e cipós, caracterizados pela estrutura floral acima descrita.

A presença de 4 estames férteis e 1 estaminódio é muito típica. Os frutos são síliquas com sementes aladas, na maioria dos casos. Os cipós possuem gavinhas foliares e, freqüentemente, caules anômalos.

Exemplos:

Cipó-Cruz — (*Arrabidaea chica* e outras spp.) com flôres vermelho-arroxeadas; forma uma cruz escura no corte transversal do caule.

Cipó-Unha-de-Gato — (*Bignonia unguis-cati*). Possui vistosas flôres amarelas e fôlhas ternadas. O nome popular refere-se às gavinhas foliares pontiagudas.

Pente-de-Macaco — (*Pithecoctenium echinatum* e outras spp.) Cipó de flôres alvas. A síliqua se desfaz em duas valvas espinhosas, semelhantes a escôvas.

Camarão — (*Tecomaria capensis*). Arbusto de fôlhas paripennadas, freqüentemente empregado para formar cercas vivas. O nome popular refere-se à côr e aos contornos das flôres.

Caroba — (*Jacaranda semiserrata*). Árvore nativa das matas brasileiras, semelhante ao exemplo da Unidade. Fornece boa madeira de côr clara.

Ipê-Amarelo — (*Tabebuia pulcherrima*). Árvore de grande porte, com fôlhas digitadas e flôres amarelas. A madeira do cerne é mais pesada que a água.

Ipê-Roxo — (*Tabebuia ipe* e outras spp.). Difere da anterior pela côr roxa até rosada das flôres.

Catalpa — (*Catalpa ovata* e *Catalpa bignonioides*). Árvores ornamentais, de origem nipônica, com fôlhas simples, ovadas. Cultivadas entre nós.

Exercícios:

Em tôdas as regiões dêste imenso Brasil existem madeiras, aplicadas em construções, fabricação de móveis, de papel, etc., consideradas “de lei”, em virtude das suas qualidades.

Aconselhamos orientar os alunos a fazerem coleção das mesmas, sempre que possível, acompanhadas por material herborizado da espécie de árvore que as produz. A coleção pode ser organizada sob forma de pequenos pedaços polidos de madeira, com tamanho de 10 x 6 x 2 cm, ou outro.

Além disto, usamos o material para uma introdução à anatomia da madeira. Um pedaço de 1 x 1 x 2 cm é cortado dum tronco de *Jacarandá* ou de *Corticeira*, de tal maneira que uma face coincida com o corte transversal, outra, com a direção dos raios medulares e, a terceira, com a tangente aos anéis anuais.

Êstes pedaços são fervidos em água quente durante várias horas, para amolecê-los. Depois corta-se com a navalha, uma finíssima fatia de cada uma das três faces. Estas, podem ser montadas diretamente com água, entre lâmina e lamínula, para a observação ao microscópio. Recomendamos aumentos fracos de 50, 100 ou 200 diâmetros, que permitem facilmente a verificação da estrutura abaixo descrita.

Também é fácil fazer lâminas permanentes. Para tanto, tingimos as fatias de madeira numa solução aquosa de verde iôdo a 2%. Secamo-las cuidadosamente. Em seguida, devem ser embebidas em xilol e montadas em Bálsamo-do-Canadá, que secará em pouco tempo.

A *madeira* (figs. 98 e 99) apresenta quatro tipos principais de elementos celulares. Os poros de maior diâmetro, formados por tubos de membranas lignificadas, desprovidos de conteúdo vivo, são os *vasos lenhosos*. Ao redor e ao lado dêles, existem fibras e parênquima. *Fibras* são células mortas, pontiagudas, dotadas de membranas grossas. São os principais elementos mecânicos do conjunto. O *parênquima* é composto de células curtas, mais ou menos obtusas. Pode ou não conservar o conteúdo celular vivo. Às vêzes está repleto

de grãos de amilo. Os três elementos citados têm o seu comprimento máximo no sentido vertical. Sòmente os *raios medulares* propagam-se horizontalmente. São formados por células algo semelhantes ao parênquima, porém, nem sempre homogêneas entre si. Às vêzes têm conteúdo vivo, outras vêzes são mortas e lignificadas.

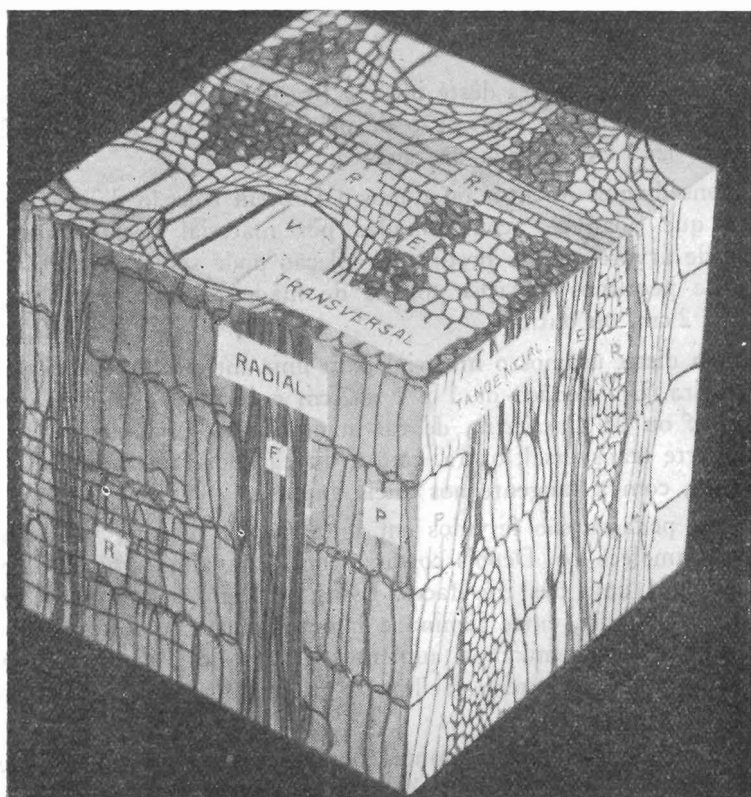


FIG. 98. Estrutura microscópica dum bloco de madeira da Corticeira (*Erythrina cristagalli*) com parênquima estratificado. F — fibras; P — parênquima; R — raio medular; V — vaso lenhoso.

As fendas radiais, que se encontram em troncos cortados são muitas vêzes produtos da morte e do apodrecimento de raios medulares grossos com conteúdo vivo.

Madeiras diferentes são perfeitamente caracterizadas pela disposição, pelo tamanho e pela freqüência daqueles elementos estruturais, tanto que podem ser reconhecidas e identificadas microscò-

picamente. Os raios medulares e o parênquima podem, além disto, apresentar-se em posição horizontalmente estratificada, como na

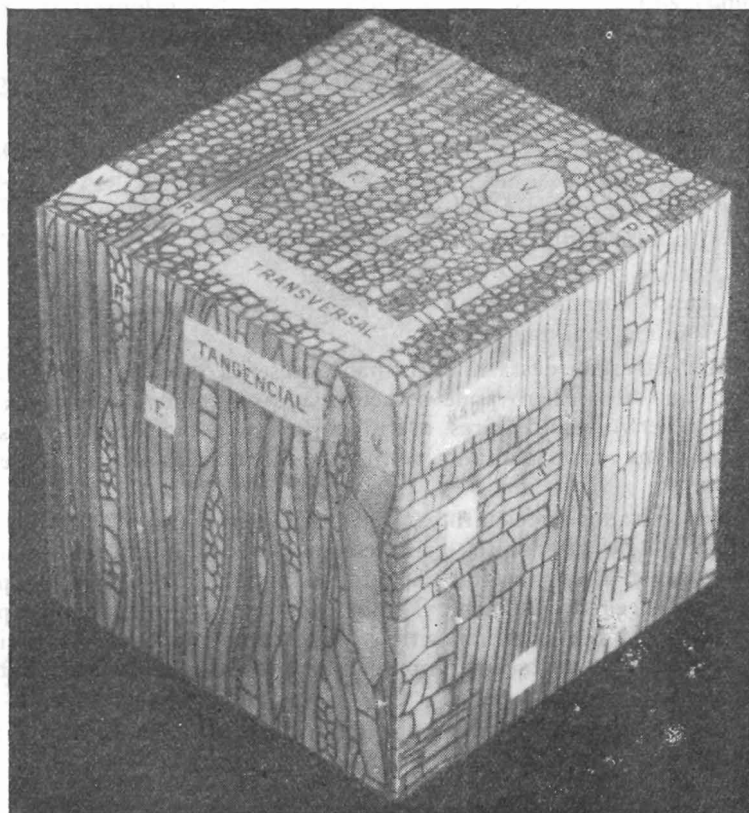


FIG. 99. Estrutura microscópica dum bloco da madeira da Caroba (Jacarandá serrata Cham.) F — fibras; P — parênquima; R — raio medular; V — vaso lenhoso.

Corticeira (fig. 98) ou sem regularidade, como no Jacarandá (fig. 99). O aspecto microscópico é sempre o mesmo para uma espécie.

UNIDADE 25

O CAFÈZEIRO

(*Coffea arabica*)

Material:

A objetivação desta matéria não apresenta grandes dificuldades, de vez que o cafèzeiro pode ser cultivado em todos os Estados do Brasil, desenvolvendo flôres e frutos para a demonstração, mesmo onde o clima e o solo não permitem cafeicultura comercialmente rendosa.

Nos Estados cafeicultores será fácil obter farto material demonstrativo de fazendeiros compreensivos e dos Institutos Agrônômicos oficiais. Este material não precisa limitar-se aos próprios produtos da preciosa Rubiácea. Lembramos a oportunidade do aproveitamento de filmes e diapositivos, bem como o uso de estatísticas de produção e exportação, tanto para a presente, como para outras Unidades.

Rubiáceas existem em grande quantidade nos matos brasileiros, ao longo das estradas e nos jardins.

Exposição:

O cafèzeiro é a planta cultivada de maior importância para a economia do Brasil. Constitui nosso principal produto de exportação. A produção brasileira de café é aproximadamente 2/3 da produção mundial.

No entanto, o cafèzeiro não é nativo daqui. Ocorre em estado silvestre na Abissínia, especialmente na Província de Cafá, donde se presume ter originado seu nome. Há mais ou menos quarenta espécies silvestres, principalmente africanas, das quais duas, *Coffea arabica* e *Coffea liberica* são de maior valor para a cafeicultura.

Os primeiros a trazerem o “ouro-verde” à América do Sul foram os holandeses, que tentaram estabelecer um monopólio em Surinam. Da Guiana Holandesa passou clandestinamente para a Guiana Francesa, e mais tarde, para o Brasil.

Pode ser cultivado com êxito nas terras situadas entre os 15 e 23 graus de latitude sul. Cresce nos solos mais diversos, mas produz colheitas melhores em terras permeáveis e nutritivas, tais como a famosa "terra roxa", de São Paulo. Infelizmente é muito sensível às geadas. A temperatura média anual ótima deve oscilar entre 20° e 22° C.

Certos vegetais são indicadores da presença de terra boa, adequada à cafeicultura, por exemplo, o *Cedro* (*Cedrela fissilis*), o *Bálsamo* (*Copaifera langsdorffii*), o *Palmito* (*Euterpe edulis*) a *Unha-de-Vaca* (*Bauhinia fortificata* e outras spp.). Ao contrário, a presença de *Samambaias* de diversos tipos é considerada sinal de terra fraca.

São Paulo, Paraná, Rio, Espírito Santo, Bahia, Pará e Pernambuco constituem os principais Estados produtores de café no Brasil.

O cafêzeiro (fig. 100) é planta arbustiva, quase arborescente. Atinge a mais ou menos 5-6 m de altura. As formas proveniente da *Coffea liberica* chegam a alcançar 10 m.

Seu *caule* tem casca cinzenta até verde-clara, de pouca espessura. Possui numerosas ramificações, delgadas e flexíveis.

Também, a *raiz* é bastante ramificada, esgotando com relativa rapidez a fertilidade do solo.

As *fóllhas* são perenes e de consistência pergaminácea ou levemente coriácea, opostas, brevipediceladas, mais ou menos lanceoladas e inteiras, de 5-20 cm de comprimento por 1-5 cm de largura. Terminam num ápice estreitado. Tais ápices, denominados *pontas goteiras*, são freqüentes nos vegetais da mata higrófila. Presume-se servirem para o rápido escoamento das águas pluviais. Há de 9 a 12 nervuras secundárias. Nas axilas formadas pela ramificação das mesmas, existem pequeníssimas cavidades, mal visíveis a olho nu, denominadas *domáceas*, (do grego *domus*=casa), ou *acarantomáceas*, e que são, às vêzes, habitadas por minúsculos ácaros. Parece tratar-se duma simbiose, na qual cabe aos aracnídeos limpar a fôlha de esporos de fungos e outros agentes nocivos.

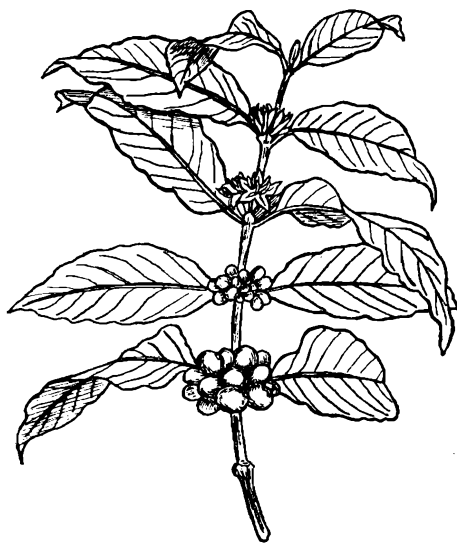


FIG. 100. Ramo de café com flôres e frutos.

Entre os pedicelos de cada par de folhas estende-se um minúsculo órgão foliar ou, pelo menos, uma linha de ligação, correspondente às *estípulas interpediculares*. Sua presença constitui um dos característicos das Rubiáceas (fig. 103).

As diversas espécies do café distinguem-se, vegetativamente, pela forma e tamanho das folhas e a estrutura e localização das domáceas.

As *flôres*, (fig. 101) muito perfumadas, formam grupos de 3-7 nas axilas das folhas. São pentâmeras e actinomorfas, obedecendo à fórmula seguinte: $K(5), C(5), A\ 5, G(2)$ ínfero. O cálice curto, envolve o tubo corolino, que termina numa estrêla branca de 5 pontas. Os estames inserem-se no tubo. Suas anteras emergem para fora, ultrapassando a corola. O ovário (fig. 102) é bilocular, rodeado por um disco nectarífero. O estilete termina com 2 estigmas estreitos, papilosos e pegajosos.

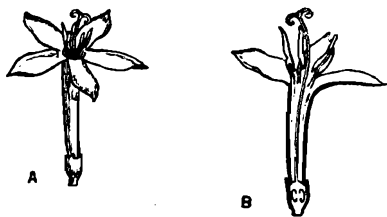


FIG. 101. Café: A — flor inteira; B — flor cortada longitudinalmente.



FIG. 102. Ovário maduro, cortado pela metade, mostrando as duas sementes.

O *fruto* é uma baga, geralmente denominada “cereja do café” e contém 2 sementes plano-convexas, os grãos de café.

A organização da flor visa à sua polinização por insetos e assim de fato se realiza no seu país de origem. Parece que no Brasil há, com freqüência, polinização pelo vento. O pólen germina imediatamente após ser depositado nos estigmas. O tubo polínico alcança os óvulos no espaço de cinco horas, fato êste muito interessante, quando comparado com certas *Orquídeas*, cujo tubo polínico leva até três meses para efetuar a fecundação.

O cafêzeiro floresce com abundância em setembro, mas uma ou outra flor pode ser encontrada aberta em qualquer época do ano. Sempre existem algumas flôres e frutos, verdes e maduros, no mesmo pé. Como a maturação leva de 5 a 7 meses, a colheita principal dá-se de abril a junho.

Esta pode ser feita por seleção manual das cerejas maduras em períodos quinzenais, ou então, esperando que os frutos maduros caiam ao chão. O último processo requer limpeza absoluta ao redor

dos arbustos e trabalho diário para apanhar as cerejas. Fornece um produto de melhor qualidade, pois garante madureza homogênea.

As cerejas colhidas devem ser preparadas convenientemente antes da venda dos grãos. Conforme as instalações da fazenda, usam-se dois processos diferentes, o *sêco* e o *úmido*. O segundo é considerado qualitativamente superior.

Para o *tratamento a sêco*, juntam-se as cerejas em montes mais ou menos volumosos, nos quais fermentam. Durante a noite e em dias de chuva devem ser protegidos por grandes cobertas de lona.

Em seguida, são estendidas para secagem ao ar num terreiro de argila, tijolos ou cimento.

Após a secagem definitiva, são despulpadas em máquinas especiais, que eliminam também a película pergaminácea (palha) e a película fina (cinza), que envolvem os grãos.

No *processo úmido*, as cerejas colhidas passam logo por uma máquina despulpadora. Os grãos de café fermentam durante um ou dois dias em grandes tanques com água, onde também perdem os restos ainda aderentes da polpa. Após a secagem em terreiros, podem ser ensacados e vendidos, ou então, antes disso, passados por outra máquina que tira cinza e palha, como se faz no processo *sêco*.

O aroma do café desenvolve-se pela torragem dos grãos, que deve ser feita somente pouco antes do preparo da bebida. Seu valor estimulante reside na *cafeína*, que é uma substância básica, derivada da *purina*, geralmente classificada entre os alcalóides. As sementes contêm 0,8-2,5% de cafeína, além de gorduras, óleos voláteis etc. A cafeína está também presente nas outras partes do vegetal, por exemplo, nas folhas novas, que podem conter cerca de 1,6%, e nas folhas velhas com 1,1%. O aroma provém dos óleos voláteis.

O *plantio* do cafêzeiro começa com o preparo de viveiros de terra fôfa e humosa. Nestes plantam-se as sementes em fileiras bastante densas. Um ano mais tarde transplantam-se as mudas para os lugares definitivos, observando um espaçamento para todos os lados de no mínimo 4 m entre os arbustos. Durante o primeiro ano após o transplante convém sombrear as mudas por meio de lascas de casca, com folhas ou com milho plantado no permeio.

Muitas vezes é semeado logo no lugar definitivo em pequenas covas de 30-30 cm de profundidade. Em cada cova lançam-se várias sementes eliminando depois os brotos sobressalentes. Assim se procede de preferência nas plantações em roçados de mata virgem.

Em outros países, é costume intercalar os cafêzeiros com árvores de sombreamento. Não se trata somente de lhes dar sombra, medida de valor discutível, trata-se antes de tudo dum meio eficiente para evitar o depauperamento excessivo e rápido do solo, que tantos pre-

juízos está causando à nossa Pátria. (Comparar com a Unidade 11.)

A partir do terceiro ano de vida, o cafèzeiro começa a produzir. Colheitas compensadoras são prováveis do quarto ao quinto ano em diante. Estas, em condições favoráveis, continuam até a idade de 40-60 anos.

Afinidades:

A família das *Rubiáceas* é bastante numerosa. Compreende árvores, arbustos e ervas, muitos de grande valor comercial, medicinal ou ornamental.

Possuem fôlhas, simples, opostas cruzadas, dotadas de *estípulas interpediculares*, isto é, estípulas que ficam entre os pedicelos das fôlhas opostas ligando-as entre si. Tais estípulas variam muito de forma. Podem ser concrecidas entre si. Podem ser reduzidas a uma única escama, a cerdas ou espinhos, ou então, podem tornar-se semelhantes às próprias fôlhas (fig. 103), das quais se distinguem por não poderem, nas suas axilas, originar ramificações do caule.

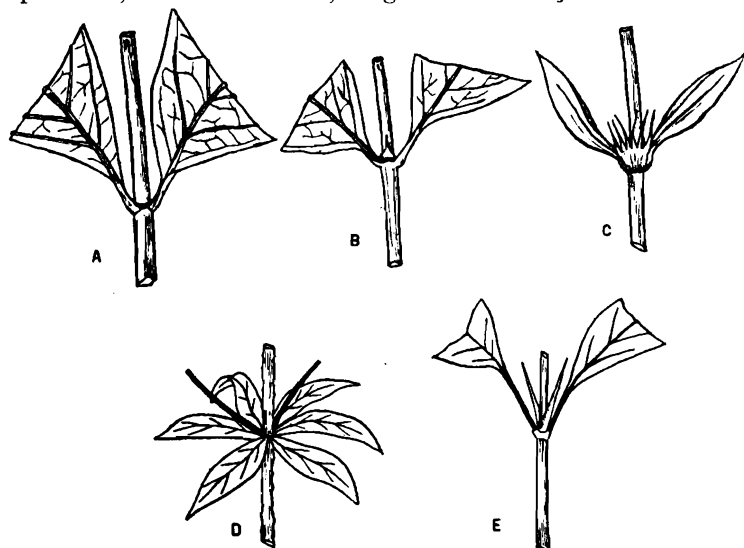


FIG. 103. Diversos tipos de estípulas interpediculares de Rubiáceas: A — Quina; B — Cafèzeiro; C — Poaia; D — Rúbia; E — Limoeiro-do-mato.

As flôres são hermafroditas, actinomorfas, simpétalas, pentâmeras ou tetrâmeras. O número de estames, inseridos no tubo corolino, é igual ao das pétalas. O ovário ínfero é bilocular. É composto por dois carpelos concrecidos, cada qual com uma ou várias sementes. O fruto é baga, drupa ou cápsula.

Com as famílias *Caprifoliáceas* e *Valerianáceas* formam a ordem *Rubiales*. Aos membros destas duas famílias faltam estípulas interpediculares. As *Valerianáceas* são caracterizadas por flôres pentâmeras com 3 estames sòmente, sendo exemplo mais conhecido a *Valeriana* — (*Valeriana officinalis*).

Outras *Rubiáceas*:

Quina — (*Cinchona calisaya*, *Cinchona officinalis*, *Cinchona succirubra* e outras spp.) Árvores de origem sul-americana, cultivadas em larga escala em Java, Paquistão, Indostão, Ceilão, Sumatra, etc. Sua casca contém um alcalóide denominado *quinina*, de suma importância para o combate da malária e das febres em geral. Provavelmente teria sido impossível aos imigrantes e conquistadores europeus fixarem-se nos países tropicais sem o uso desta droga. Há grande número de *Rubiáceas* nativas do Brasil, que poderiam eventualmente substituir a quina verdadeira.

Jasmim-do-cabo — (*Gardenia jasminoides*). — Arbusto ornamental com flôres alvas, muito perfumadas.

Ixora — (*Ixora coccinea*). Com inflorescências côr de tijolo. Freqüente nos jardins.

Pau-mulato — (*Calycophyllum spruceanum*). Árvore da Amazônia possuindo tronco alto, coberto por uma casca parda, muito lisa. Há exemplares belíssimos no Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Jenipapo — (*Genipa americana*). Árvore do norte do Brasil, que possui frutos comestíveis, dos quais nossos índios extraem uma tinta azul-escura.

Ipecacuanha — (*Uragoga ipecacuanha*). Cresce especialmente em Mato Grosso. As suas raízes são consideradas medicinais, com efeito fortemente emético, devido à presença da *emetina*.

Poaia-branca — (*Richardsonia brasiliensis* e outras spp.). Erva de flôres alvas. A sua raiz serve para substituir e falsificar a *Ipecacuanha*.

Poaia-rasteira — (*Borreria verticillata*). Erva muito comum em todo o país. Suas estípulas imitam fôlhas verticiladas.

Exemplos de *Caprifoliáceas*:

Sabugueiro — (*Sambucus australis*). Arbusto ornamental de fôlhas imparipenadas e flôres medicinais, brancas.

Madressilva — (*Lonicera caprifolium* e outras spp.) Arbusto trepador, volúvel com flôres de corolas amarelas ou brancas, muito aromáticas, que atraem os beija-flôres. Cultivado para cercas-vivas, etc.

Exercícios:

Aconselhamos induzir os alunos a colherem o maior número possível de Rubiáceas nativas e cultivadas da região, examinando e desenhando os tipos de estípulas interpedicelares encontrados.

Para fazer compreender a importância econômica do café, é interessante exigir que consultem estatísticas recentes sobre a produção e exportação regionais, brasileiras e mundiais. Esses dados podem ser encontrados nos boletins das Câmaras de Comércio e dos Institutos Agronômicos dos respectivos Estados. Podem também ser solicitados ao Instituto do Café, em Campinas (São Paulo).

O uso internacional do café como bebida é relativamente recente, pois em 1825 a produção mundial era de aproximadamente 110 000 toneladas, subindo em 1906/7 para 1 600 000 toneladas, o que constitui um aumento de mais que 1000% em 80 anos.

UNIDADE 26

A ABÓBORA

(*Cucurbita pepo*)

Material:

Sempre que possível convém mostrar numa roça ou numa horta algumas plantas de abóbora ou outras Cucurbitáceas, tal como Melancia, Chuchu, Pepino. Em aula serão dissecadas flôres masculinas e femininas eventualmente herborizadas ou conservadas em álcool, formalina a 4%, ou numa mistura de álcool e glicerina 1:1. Flôres herborizadas precisam prévia fervura em água para recobrar mais ou menos sua estrutura original.

Para observação de vasos crivados é conveniente usar pedaços de caules, cortados numa distância de 1 m aproximadamente da ponta do mesmo.

Exposição:

A *Abóbora* é originária da América e atualmente cultivada em muitas partes do mundo. Existe uma centena de variedades, as quais diferem umas das outras principalmente pela forma, cor e tamanho do fruto.

Nunca foi encontrada em estado silvestre, se bem que aparece subespontâneamente nos países de clima quente, em lugares ruderais e nas margens dos capões, se o solo fôr suficientemente úmido. Cristóvão Colombo encontrou-a cultivada entre o *Milho* nas roças dos indígenas. Milho e abóbora, além de outros vegetais, são contribuições de inestimável valor que o mundo civilizado recebeu dos Ameríndios.

A abóbora é planta rastejante, capaz de cobrir vários m² da superfície do solo. Quando muito ensombrada por outro vegetal, transforma-se em trepadeira.

Seu *caule* rasteja no solo e pode ser bastante ramificado. É verde, herbáceo, áspero, ôco e de seção pentagonal. Atinge a mais ou menos a grossura dum polegar humano e a vários metros de comprimento. Pode formar raízes adventícias.

A raiz principal é pouco desenvolvida. Em compensação possui muitas ramificações. Como a evaporação pelas folhas é intensa (30-50 litros por dia), precisa de muita umidade do solo.

As folhas são grandes, frequentemente com diâmetro superior a 20 ou 30 cm. Possuem pedicelos compridos, lâminas quinquelobadas, com base cordiforme e superfície áspera. Sua inserção é alternante. No entanto, mantêm esta posição típica somente na ponta dos caules. Depois estendem-se sobre o solo, num único plano bem iluminado, em virtude duma torção de seus pedicelos.

Nas axilas de muitas folhas crescem gavinhas (fig. 104), que correspondem a galhos modificados. As suas pontas executam movimentos de rotação em procura dum suporte, encompridando-se simultaneamente. Quando o encontram, enroscam-se nele e a parte inferior da gavinha se enrola como uma mola espiralada. Frequentemente, pode-se observar a formação duma parte dextrorsa e de outra sinistrorsa. Conseguem, assim, uma fixação ao mesmo tempo firme e elástica.

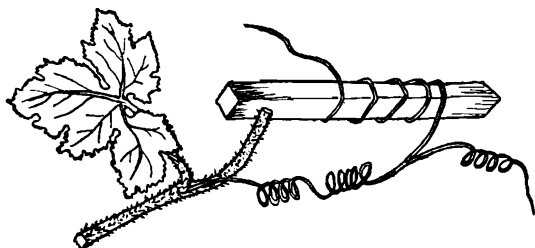


FIG. 104. Abóbora: Galho com folhas e gavinhas.

As flôres (fig. 105) são unissexuadas. Nascem nas axilas das folhas, contra as quais, suas corolas bem abertas, amarelas, grandes e campanuladas, formam vivo contraste de cores.

As masculinas obedecem à fórmula $K(5), C(5), A(5), G 0$. São consideradas estéreis pelos agricultores, porque seu ovário atrofiado é incapaz de produzir frutos. No entanto, são indispensáveis para a polinização das flôres femininas. Suas anteras são concrescidas por cima do eixo floral. Sendo desiguais em tamanho, podem dar a impressão errônea da existência de somente 3 estames, e não de 5.

A fórmula das flôres femininas é $K(5), C(5), A 0, G(5)$ ínfero. O ovário é composto de 5 carpelos férteis. O número de estigmas é reduzido a 3.

O fruto (fig. 106) é um tipo especial de baga, denominado *pepônio*. Possui uma casca fina relativamente dura, e uma polpa macia e comestível. No centro existem 3-5 septos de tecido algo fibroso e

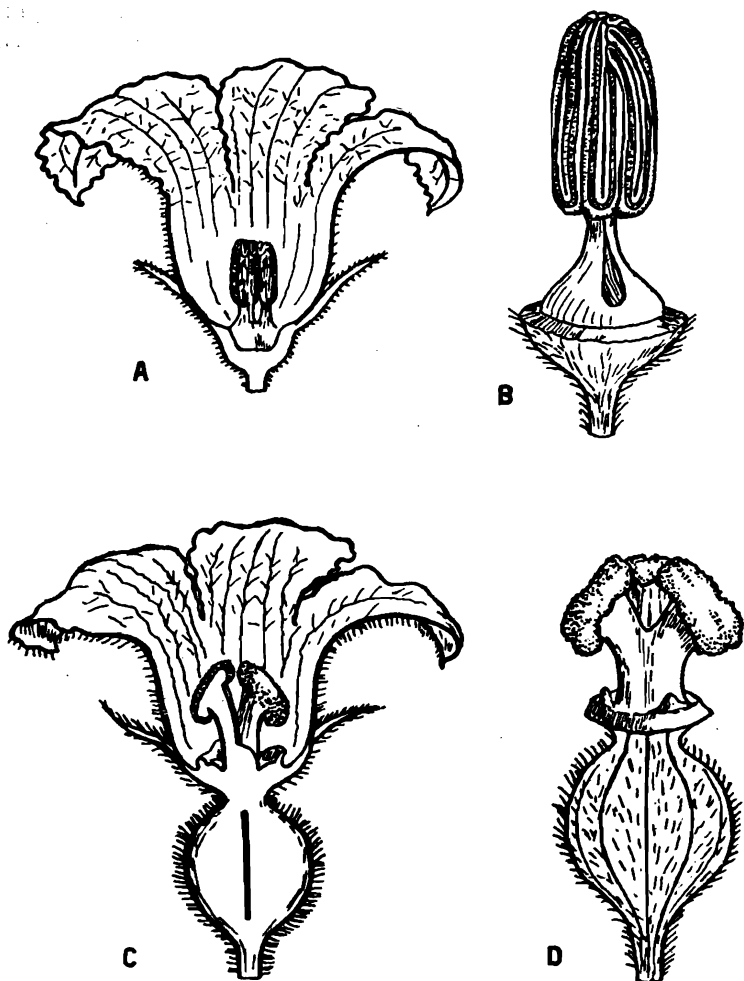


FIG. 105. Abóbora: A — corte longitudinal de uma flor masculina; B — flor masculina após remoção do perianto; C — corte longitudinal duma flor feminina; D — flor feminina após remoção do perianto.

mucilaginoso, que abrigam sementes grandes e achatadas. Estes septos são formados pelas placentas parietais.

O *embrião* das *sementes* é comestível e atrai herbívoros. Sendo muito numerosas e dotadas duma casca pegajosa, algumas ficarão aderentes à pele ou às penas dos animais, que assim, involuntariamente, se incumbem de sua disseminação. Parece que a substância pegajosa da casca tem influência favorável também na germinação, colando a semente ao solo, o que facilitaria a penetração da radi-

cula. Sementes úmidas e pegajosas germinam bem, quando lançadas sôbre a superfície do solo, ao passo que as limpas e sêcas precisam ser enterradas.



FIG. 106. Tipos de fruto de Abóboras: A — Abóbora comum; B — Abóbora de pescoço; C — Abóbora moranga.

Afinidades:

A família das *Cucurbitáceas* é muito homogênea. Os característicos vegetativos e florais descritos repetem-se com pequenas variações nos demais representantes. Compreende muitas espécies úteis e bem conhecidas.

Exemplos:

Pepino — (*Cucumis sativus*). Originário da Índia, cultivado atualmente em todos os países.

Melão — (*Cucumis melo*). As suas formas ancestrais vieram da África e Ásia tropicais.

Melancia — (*Citrullus vulgaris*). Cultivada nos países de clima suficientemente quente. Muitas variedades possuem frutos deliciosos.

Cuia, Porongo, Cabaça — (*Lagenaria leucantha*). Originária da África, esta trepadeira é cultivada em todos os países de clima quente. Seus frutos possuem casca lenhosa, durável, que se presta para vasilhames. As cuias do mate chimarrão dos gaúchos provêm dessa planta.

Esfregão, Bucha — (*Luffa cylindrica* e outras spp.) Trepadeira americana, cujos frutos maduros contêm um esqueleto resistente, composto de fibras esclerenquimatosas e que servem para limpar painéis, etc.

Chuchu — (*Secchium edule*). Outra trepadeira americana, cujos frutos comestíveis fornecem apreciada verdura, e servem para base de geléias.

Exercícios:

Na falta de abóbora, qualquer outra Cucurbitácea poderá servir para análise da estrutura vegetativa, floral e anatômica.

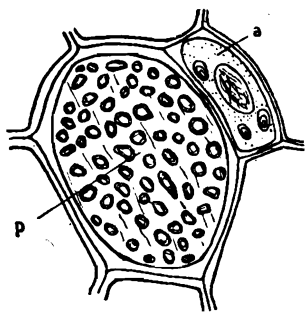


FIG. 107. Corte transversal dum tubo crivado da Abóbora: a-célula anexa com núcleo e grãos de amido, p-placa de crivo com poros.

Os caules apresentam feixes líbero-lenhosos colaterais distribuídos em todo o corte transversal, independentes do cilindro cambial. Cortamos com navalha bem afiada uma finíssima fatia duma parte do caule, distante mais ou menos 1 m de sua ponta. Montamo-la para observação microscópica, entre lâmina e lamínula, com álcool e floroglicina. Os feixes ficarão bem visíveis em virtude da coloração vermelha da parte lenhosa. Procurando na parte não colorida dos feixes, com aumento microscópico de 200-400, é fácil localizar tubos crivados, que possuem membranas transversais perfuradas por

grande número de finíssimos poros (fig. 107). Estas placas perfuradas, que também existem nas membranas laterais, são o principal característico dos vasos crivados, que conduzem a seiva elaborada dos vegetais. Estes costumam ser acompanhados por células vivas, denominadas *células anexas*.

Vasos crivados e células anexas são os principais componentes do líber.

UNIDADE 27

O GIRASSOL

(*Helianthus annuus*)

Material:

A presente unidade visa a apresentar aos alunos a família das Compostas, que por diversos motivos é muito importante. Além de ser de fácil reconhecimento, é bem representada na flora do Brasil. Abrange muitas plantas cultivadas. Serve para consolidar os conceitos de flor e inflorescência e dar exemplos sobre a distribuição dos sexos nas mesmas.

Aconselhamos não restringir a observação ao girassol, mas sim estendê-la a outras espécies nativas e cultivadas. Na aula é conveniente fazer uso da lupa e das agulhas de preparação. Passeios fornecerão material florístico. Lembramos que num mesmo passeio podem e devem ser feitas observações referentes a diversas Unidades deste Manual. É muito fácil criar alguns exemplares de girassol num canto qualquer do jardim escolar, de vez que se trata duma planta anual, bastante rústica.

Exposição:

O *Girassol* (fig. 108) é uma erva útil e ornamental, originária do México. Graças à sua grande adaptabilidade é cultivada em quase toda zona temperada e tropical. Desenvolve-se melhor em solos fofos, não muito úmidos e num clima quente, sem muitas chuvas, pelo menos na época da maturação das sementes.

Seu *caule* atinge a 2-3 ou até 4 m de altura. É de estrutura herbácea, verde, se bem que resistente. No centro é repleto duma medula branca macia e bastante leve. A epiderme é coberta de pêlos ásperos. Tais pêlos existem em todos os órgãos verdes da planta. Parece que a protegem contra o ataque de lêsmas vorazes e outros herbívoros.

A *raiz* principal é curta e muito ramificada. Suas ramificações formam uma rede tão densa e compacta que não é possível arrancar uma planta adulta sem levantar também um bom torrão de terra.

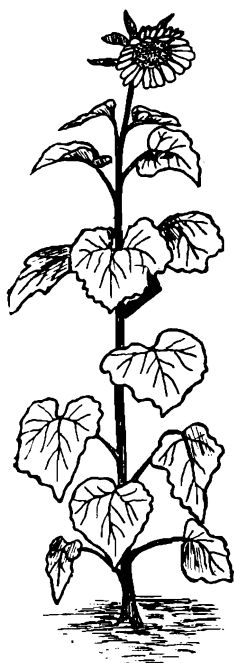


FIG. 108. Girassol; planta florida.

As *fólias* grandes, mais ou menos cordiformes, de cor verde-clara, têm pedicelos compridos e inserem-se em disposição alternante. O diâmetro do limbo pode exceder 30-40 cm. É palminérveo, pois possui três nervuras principais que desviam uma da outra, próximo à base.

Na ponta do caule desenvolve-se magnífica pseudoflor, com diâmetro às vezes superior ao das folhas maiores. Considerada flor por muitos leigos, é realmente uma complexa *inflorescência* do tipo *capítulo*. Às vezes é composta de mais de mil flores individuais.

A *pseudoflor* do girassol, semelhante a um sol dourado, acompanha a luz do dia, do nascente ao ocidente, por um movimento do seu pedicelo. Sempre ostenta sua face diretamente para a luz solar.

Nela existem dois tipos de *flôres* individuais. Na margem encontramos *flôres* estéreis, cujas corolas tubulares e curtas, terminam em grandes e vistosas línguas amarelas. Seu aspecto imita pétalas verdadeiras.

Em baixo da inflorescência há numerosas brácteas, verdes e ásperas, semelhantes a um cálice.

No centro do disco existem centenas de *flôres* pequenas, actinomorfas e férteis, que em conjunto se parecem um pouco com os órgãos reprodutivos duma flor verdadeira.

Tôdas estas flôres nascem na axila de brácteas.

As *flôres* estéreis (fig. 109 B), são compostas dum ovário ínfero, triangular, atrofiado, dum cálice de 3 sépalas rudimentares, e da corola zigomorfa supradescrita. Às vezes desenvolvem estiletos com dois estigmas recurvados, incapazes de funcionar.

As *flôres* férteis (fig. 109 A),

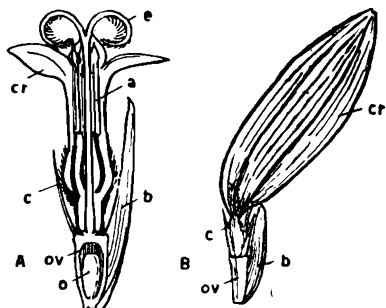


FIG. 109. Girassol: A — corte longitudinal duma flor fértil radiada; B — flor estéril de simetria lateral: a-androceu; b-bráctea; c-cálice; cr-corola; e-estigma; o-óvulo; ov-ovário.

encontradas no centro do disco, são actinomorfas e hermafroditas, pequenas e insignificantes. Possuem cálice de 2 sépalas rudimentares; corola de 5 pétalas concrescidas em forma dum tubo, abaulado na base e que termina por 5 pontas; androceu de 5 estames concrescidos pelas anteras (fig. 110) e um gineceu composto de 2 carpelos concrescidos, formando um ovário unilocular, ínfero com um único óvulo, encimado por um estilete com estigma bifido, recurvado.

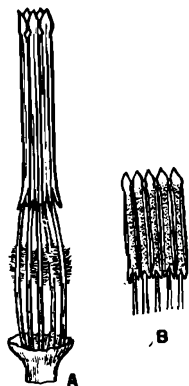


FIG. 110. Girassol: A — androceu isolado duma flor fértil, mostrando as anteras concrescidas e os filêtes livres; B — o mesmo androceu aberto e distendido.

As flôres componentes duma inflorescência não se abrem tôdas ao mesmo tempo. Primeiro desabrocham as da margem, depois, em seqüência centrípeta, as restantes, e ainda mais, os estames de cada flor amadurecem um dia antes de seus estigmas. Parece que assim se evita até certo ponto a autopolinização.

O fruto (fig. 111 A) é um aquênio achatado que contém uma única semente.

As sementes são comestíveis. Na Rússia, variedades com grãos grandes são torradas e vendidas nas ruas como o amendoim entre nós. Das variedades de sementes menores, cultivadas em larga escala na Turquia, Rússia, Egito e, em escala menor, na Alemanha, Itália e França, extrai-se um azeite excelente, comparável ao da azeitona. No nosso país são cultivadas principalmente para fins ornamentais.

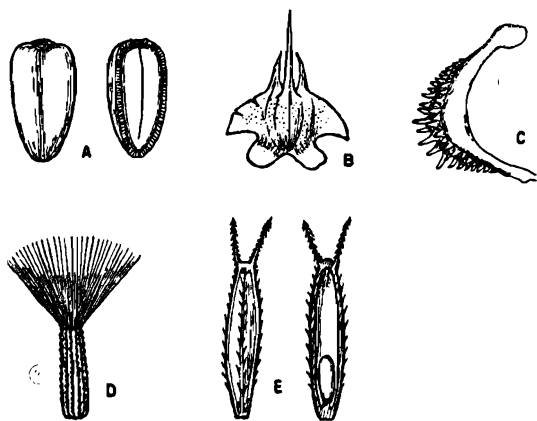


FIG. 111. Compostas — Tipos de aquênios: A — Girassol; inteiro e cortado; B — Roseta; C — Zabumba ou Zínia; D — Maria-mole; E — Picão. A — aproximadamente tamanho natural, B, C, D, E — bastante ampliados.

Afinidades:

A família das *Compostas* é extraordinariamente grande. O aparelho vegetativo das suas espécies apresenta praticamente todos os tipos descritos nas Unidades anteriores. Frequentemente possuem látex.

Apesar disto é fácil reconhecer a família porque apresenta na maioria de suas espécies inflorescências muito típicas, com aspecto duma flor e mais ou menos semelhantes ao do girassol. Os *capítulos* variam nos diversos gêneros pela forma do receptáculo, pela presença ou não de brácteas e pelos tipos das flôres individuais. Pode haver no mesmo capítulo flôres tôdas do mesmo sexo. Estas, podem ser tôdas iguais entre si, isto é, tôdas zigomorfas ou tôdas actinomorfas, ou então, desiguais entre si, zigomorfas na margem e actinomorfas no centro. Pode haver flôres de um dos dois sexos e flôres hermafroditas, tôdas ou pelo menos um tipo zigomorfas ou actinomorfas. Enfim, é possível, encontrar qualquer combinação de flôres, hermafroditas ou unissexuadas, férteis ou estéreis, actinomorfas ou zigomorfas, que possa ser imaginado.

A fórmula floral fundamental é sempre $K(5)$, $C(5)$, $A(5)$, $G(2)$ ínfero. Às vêzes o cálice é reduzido ou então transformado em finíssimas cerdas, cujo conjunto forma uma epécie de pára-que-das denominado *papus*.

O fruto é sempre aquênio (fig. 111), dotado ou não de pontas, espinhos, farpas, pára-que-das, etc., destinados a garantir a sua disseminação por animais ou pelo vento.

Outros exemplos:

Dália — (*Dahlia variabilis*). Planta ornamental, cujo capítulo é formado por flôres zigomorfas exclusivamente.

Zínia ou *Zabumba* — (*Zinnia elegans*). Muito freqüente como planta de jardim (fig. 111 C).

Margarida — (*Chrysanthemum leucanthemum*), com flôres marginais brancas e centrais amarelas.

Rainha-Margarida — (*Montanoa bipinnatifida*). Arbusto com fôlhas pinatilobadas e flôres semelhantes à espécie anterior.

Camomila — (*Matricaria chamomilla*). Ornamental e medicinal.

Alface — (*Lactuca sativa*), com fôlhas comestíveis.

Alcachôfra — (*Cynara scolymus*). Cultivada entre nós; as brácteas e o receptáculo floral constituem finíssima verdura, de alto preço.

Gérbera — (*Gerbera jamesonii*). Planta ornamental, muito apreciada, com flôres marginais zigomorfas muito compridas.

Malmequer-do-campo — (*Aspilia setosa*). Planta rastejante silvestre, muito comum, com flôres marginais amarelas.

Maria-mole — (*Senecio brasiliensis*). Comuníssimo arbusto brasileiro, com capítulos amarelos, muito bonitos. Abrigam os “micuins”, larvas de acarídeos, que produzem forte coceira na pele humana. Aquênios pequenos com pára-quedas (fig. 111 D).

Dente-de-leão — (*Taraxacum officinale*). Erva ruderal adventícia no Brasil. Seus frutos são dotados de papus em forma de pára-quedas, para disseminação pelo vento.

Picão — (*Bidens pilosus*). Possui aquênios com finíssimos espinhos, que se fixam na pele dos animais e na roupa humana (fig. 111 E).

Roseta — (*Soliva sessilis*). Pequena erva rastejante com capítulos insignificantes. Seus aquênios convexos possuem minúsculos espinhos, desagradáveis para os pés dos banhistas, e de outras pessoas pouco acostumadas a andarem descalças (fig. 111 B).

Guaco — (*Micania officinalis* e outras spp.) Trepadeira, de cujas fôlhas se prepara um chá ou xarope contra a tosse.

Carqueja — (*Baccharis genistelloides*). Erva muito comum no Brasil. Possui cladódios alados e capítulos florais pequenos. O chá é considerado por nosso povo como digestivo.

Erva-lancêta — (*Solidago microglossa*). Os capítulos amarelos desta erva comum não possuem flôres marginais zigomorfas e são reunidos numa panícula em forma de ponta da lança. Ornamental e medicinal.

Cambará — (*Moquinia polymorpha*). Árvore brasileira, cujas fôlhas são usadas para combate à tosse.

Exercícios:

As pétalas das flôres marginais prestam-se muito bem para demonstração microscópica de xantoplastos. Para tanto, basta dobrar uma flor sobre o dedo indicador da mão esquerda e aparar uma

finia fatia com a navalha molhada, montando-a em seguida com água, entre lâmina e lamínula, para observação ao microscópio.

Após exame da organização das flôres individuais do girassol, o que deve ser feito com boas lupas, convém mandar colecionar o maior número possível de flôres e frutos das Compostas da região. Investigam-se as flôres sob o ponto de vista da distribuição dos sexos nos capítulos etc., e os frutos, tentando compreender a relação existente entre sua organização externa (espinhos, pára-quedas, etc.) e sua disseminação.

Existe uma boa chave para classificação dos gêneros das Compostas do Brasil, de autoria de *Graziella Barroso*, publicada na revista *Rodriguesia*, Rio, Jardim Botânico, Ano X, N.º 21, dezembro 1947, pag. 67 e seguintes.

PRANCHA VI
TUBIFLORAE e CAMPANULATAE



1



2



3



4

- TUBIFLORAE: 1. GRAMOFONE (*IPOMOEA PURPUREA*)
2. CARTUCHEIRO (*DATURA ARBOREA*)
3. CIPÓ-UNHA-DE-GATO (*BIGNONIA UNGUIS CATI*)
CAMPANULATAE: 4. DÁLIA (*DAHLIA VARIABILIS*)

UNIDADE 28

PINHEIRO-DO-PARANÁ

(*Araucaria angustifolia*)

Material:

Nos Estados situados ao norte de São Paulo e de Minas Gerais não há florestas de pinheiros do Paraná. Seria possível criá-los de sementes, mas o tempo necessário para que cheguem a florescer e frutificar (cêrca de vinte anos) é tão grande que não é viável suprir as necessidades do ensino desta maneira. Também não é certo que se reproduziriam em clima estranho ao do seu *habitat*.

Assim sendo, deve o professor tentar obter flôres e sementes por intermédio do Instituto do Pinho, ou tomar para tipo um outro pinheiro da região.

Isto valerá, também, até certo ponto para as escolas dos Estados sulinos, onde nem sempre é fácil obter farto material para o trabalho prático.

A exposição pode ser feita na sala de aula. Fotografias, filmes e estatísticas de produção e exportação complementarão o assunto.

Exposição:

O PINHEIRO-DO-PARANÁ, também conhecido por pinheiro brasileiro ou simplesmente por pinho, é a árvore nativa de maior importância econômica e silvicultural do sul do Brasil. Seu *habitat* natural estende-se dos 18 a 30 graus de latitude sul. Antigamente nessa região as fraldas e os planaltos das serras eram cobertos por uma mata mista de pinheiros, canelas, pinho-bravo, erva-mate, taquaras e outras espécies.

Em virtude da exploração gananciosa dos que se acham com direito de colhêr o que não semearam, hoje sobra pouco dessa abundância. E isso não obstante os grandes esforços do govêrno para a conservação e reflorestamento dos pinhais.

Os estados que possuem maior população natural de pinheiros

são Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul. Em outras partes fora dessa área ocorrem em pequenos grupos isolados, sem se saber se crescem espontaneamente ou em consequência de plantio.

Nosso pinheiro é árvore de grande porte com tronco ereto, cilíndrico, cuja ponta continua crescendo indefinidamente. Comumente atinge a 20-25 m de altura e a um diâmetro de 50-90 cm; excepcionalmente chega a uma altura de 50 m e a um diâmetro superior a 2 m. De ano em ano emite 4-8 galhos horizontais, dispostos num verticilo regular, e é por isto que a árvore nova apresenta contornos duma esbelta pirâmide, muito ornamental. Ao alcançar altura maior começam a secar os galhos dos verticilos inferiores. Os ramos secos



FIG. 112. Pinheiro brasileiro: A — galho com espiga de flôres masculinas; B — uma flor representada por um único estame.

caem, permanecendo apenas os 4-8 verticilos superiores. As pontas dos galhos originariamente horizontais curvam-se para cima, dando à copa da árvore seu aspecto característico de guarda-chuvas.

O tronco velho é coberto duma casca grossa, rugosa, escura e cheia de condutos resiníferos. A resina escorre facilmente, tapando qualquer ferida. Destilando-a obtém-se terebintina, breu, creosoto, alcatrão, colofônia e outros subprodutos utilizados na fabricação de vernizes, etc.

As folhas são simples, triangulares, coriáceas, acanoadas, de côr verde-escura, dotadas de pontas agudas e disposição alternante. Atingem 2-5 cm de comprimento e cêrca de 0,5 cm de largura. São sempre verdes e não caem, como na maioria das plantas. As folhas velhas da base dos galhos vão morrendo, sendo paulatinamente substituídas por folhas novas em suas pontas.

As flôres são unissexuadas. Existem árvores com flôres femininas e outras com flôres masculinas.

Nos galhos curtos, laterais, dos pés masculinos, encontramos espigas alongadas de numerosas flôres masculinas, que medem inicialmente 7-10 cm (fig. 112 A). Cada flor (fig. 112 B) é formada de um só estame (17) escamiforme com 10-25 anteras (18) comparar com a Unidade 12). Quando o pólen amadurece, as anteras abrem-se por uma fenda longitudinal. Simultâneamente alonga-se a espiga para 15-25 cm, produzindo espaços entre os estames. Assim o vento poderá soprar por entre êles e mais facilmente carregar o pólen.

Nos pés femininos, as flôres femininas estão reunidas em espigas lenhosas arredondadas, denominadas pinhas (fig. 113 A). Cada flor é constituída de um carpelo (13) escamiforme encimado por um único óvulo (fig. 113 B). Êstes carpelos, ao invés de se fecharem para constituírem o ovário, como ocorre nas Angiospermas, permanecem abertos. Portanto, não há formação de ovário, nem consequentemente de fruto. Cada pinha pode conter até 1200 óvulos rudimentares. Para que um óvulo possa transformar-se em semente, precisa haver, como nas outras plantas superiores, a polinização, a germinação do pólen e a fecundação.

O gineceu de tôdas as plantas tratadas nas Unidades 1 a 27 é composto de um ou vários carpelos, que formam ovário, estilete e estigma. A polinização consiste no transporte do pólen, de uma antera para o estigma de uma flor da mesma espécie. O pólen germina no estigma e desenvolve um tubo polínico, que penetra através do estilete até o ovário, em procura do óvulo. Descarrega dentro do óvulo um gameta masculino, o qual fecunda o gameta feminino. Dêste gameta fecundado nasce o embrião da semente. O tubo polí-

nico descarrega na mesma ocasião um segundo gameta masculino, que se une a um segundo gameta feminino, surgindo dessa segunda fecundação o endosperma, também chamado albume, que fornecerá alimento para o desenvolvimento do embrião. O óvulo, então, transforma-se em semente, e o ovário, em fruto. Tôdas as plantas que contêm sementes dentro de frutos são Angiospermas, do grego *angios* = vaso + *sperma* = semente.

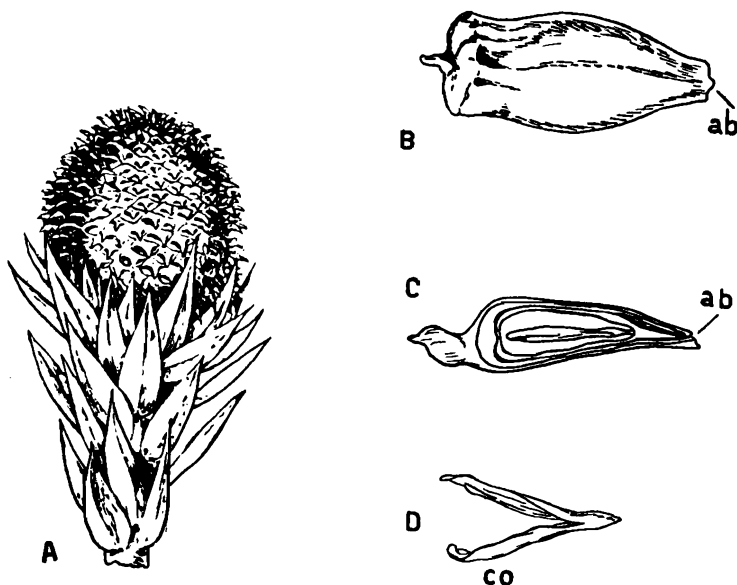


FIG. 113. — Pinheiro brasileiro: A — galho com espiga de flôres femininas. B — uma flor feminina representada por um só carpelo com um óvulo já fecundado e transformado em semente. C — corte longitudinal dum pinhão mostrando o embrião e a abertura da semente (ab) D — embrião: co-cotilédone.

Já o carpelo do pinheiro é de estrutura muito mais simples. Possui um único óvulo, desprotegido, prêso diretamente à superfície do carpelo escamiforme. Não tem estilete nem estigma para receber o pólen. Êste, trazido pelo vento, gruda-se numa gôta de líquido segregada pela abertura do óvulo. A polinização consiste, então, no transporte do pólen, da antera até à abertura do óvulo duma flor da mesma espécie. Aí o pólen é sugado para uma cavidade no interior do óvulo, chamada câmara do pólen, na qual germina para ir fecundar o gameta feminino. Dessa fecundação surge o embrião, não havendo uma segunda fecundação para formar o endosperma. O óvulo transforma-se em semente, sem haver formação de fruto. Plantas com flôres dessa estrutura são chamadas Gimnospermas, do grego *gimnos* = nu + *sperma* = semente.

A semente do pinheiro (fig. 113 B e C), conhecida por pinhão, possui um envoltório lenhoso de côr marrom-avermelhada e um endosperma farináceo, muito nutritivo. O endosperma encerra o embrião dotado de dois cotilédones compridos (fig. 113 D). Na germinação da semente permanecem sob o solo. A abertura do óvulo é situada do lado pontudo da semente. Se apertarmos com os dentes a parte larga dum pinhão cozido, conseguimos fazer sair todo o endosperma pela abertura do óvulo, e da sua massa destaca-se com facilidade o embrião.

O pinhão é àvidamente procurado por papagaios e outras aves, que, ao quebrarem as pinhas, acidentalmente colaboram para a sua disseminação. Também, para os índios brasileiros o pinhão tem constituído importante alimento.

O pinheiro é uma das poucas essências nativas já submetidas a experiências silviculturais em escala comercial. Relembramos as Unidades 10 e 11 que salientam a importância das matas e das árvores para o bem-estar e a contínua prosperidade duma nação.

O objetivo principal da *silvicultura* racional é garantir o suprimento perpétuo de madeiras de todos os tipos, sem prejuízo do futuro da nação, quanto ao clima e à fertilidade do solo.

Na vastidão do território brasileiro encontramos condições gerais tão variadas que nos parece conveniente encarar pelo menos três fases diferentes na exploração das matas:

Na mata virgem de colonização incipiente, é naturalmente necessário que o colono abata certa quantidade da floresta para transformá-la em roça. Pouca ou nenhuma importância dará às madeiras destruídas, com exceção da pequena quantidade utilizada para construção da própria casa e para lenha.

Estabelecida a colônia e constituídas as estradas de acesso, começa a segunda fase. A indústria extrativa da madeira apodera-se em escala cada vez mais intensa da mata existente. Inicialmente há reservas tão vastas que parecem inesgotáveis. Mas, após poucos decênios, verifica-se o êrro desta pressuposição. A produção da floresta torna-se inferior à retirada de toros. A madeira sobe de preço e com isso aumenta a procura.

A devastação torna-se cada vez maior, mais nefasta e acelerada. O país está ameaçado de perder seu patrimônio valioso e arcar com tôdas as conseqüências malélicas sôbre o clima e a fertilidade do solo. Grande parte do Brasil encontra-se nessa aguda e perigosa fase.

A terceira fase é a da *silvicultura*, que combate os males produzidos pela segunda, pois visa a levar o país a um equilíbrio entre a produção e o gasto das florestas.

A produção de árvores deve ser encarada da mesma maneira que qualquer outra cultura agrícola, apesar do tempo de rodízio ser bastante maior.

Ao plantar árvores, convém evitar monoculturas, principalmente porque estas facilitam o alastramento imprevisível de pragas devastadoras, sem fornecer a seus inimigos naturais o *habitat* normal para seu desenvolvimento. É sempre conveniente produzir uma mata mista, composta de vários dos elementos mais valiosos da flora regional natural, pois somente esta garante a continuidade do equilíbrio biológico, dando às aves e outros habitantes o seu meio de vida costumeiro.

É igualmente perigoso, por motivos semelhantes, a introdução de espécies exóticas. Sua monocultura é de todo condenável.

A produção dum mato plantado pode ser melhorado por diversos processos que necessitam, para cada espécie, de experimentação prolongada e custosa.

Devemos, antes de tudo, selecionar sementes de variedades adaptadas à região e de rápido crescimento. Além disto, convém ensaiar os melhores métodos de multiplicação e plantio. Precisa ser verificado quais os tipos de companheiros convenientes para a espécie escolhida, pois nem todos são bons vizinhos. Finalmente é óbvio que limpeza, espaçamento adequado e outros cuidados hão de acelerar o crescimento das árvores.

No caso do pinheiro costuma-se fazer viveiros ou semear no local definitivo. A sementeira direta tem como principal inconveniente a necessidade do replante das falhas. Nos viveiros costuma-se plantar os pinhões na terra com a ponta para baixo, num torrão de terra especialmente fabricado, chamado torrão paulista, ou num pedaço de taquara, etc. Alguns meses depois, quando as plantas tiverem poucos decímetros de altura, podem ser transplantadas para os lugares definitivos, com o próprio torrão. A casca de taquara deve ser rachada ao lado para facilitar a saída da raiz. Boas espécies para cultivo simultâneo com o pinheiro são a *erva-mate*, muitas *canelas* e *imbuías*, o *pinheiro-bravo* e outras.

O pinheiro leva de 40 a 50 anos para formar troncos maduros para o corte. Mas isto não significa que a plantação deixe de dar lucro durante todo este lapso de tempo. Plantam-se as árvores propositalmente em fileiras demasiadamente densas, para retirar cada ano as de crescimento mais lento e vendê-las. Primeiro são vendidas como *árvores-do-natal*, mais tarde, como lenha. Depois, como estacas ou para fabricação de pasta para fabricação de papel, e somente por fim, para produção de tábuas, etc. É então que o mato chega

à sua produtividade máxima e continuará a dar uma renda anual considerável e mais ou menos constante, desde que se plante de cada vez um número suficiente de árvores para repor as cortadas.

Outra fonte de lucro para o silvicultor são as essências de mistura, que são preferencialmente escolhidas entre formas de menor rodízio, com por exemplo, a erva-mate. Também deve ser considerada a valorização da terra coberta pelo mato.

Afinidades:

O Pinheiro-do-Paraná faz parte do grande e importante grupo das *Coníferas*, formado de árvores e arbustos com folhas simples, triangulares até subuladas e lanço-lanceoladas. Possuem flôres unissexuadas, muito primitivas, semelhantes ao tipo descrito, reunidas em numerosas espigas lenhosas em forma de cones, nas pontas dos galhos. Há grande número de espécies que cobrem vasta parte do globo terrestre, com extensas florestas. Quando apresentam disposição foliar alternada, costumam ser denominadas com o nome vulgar de *pinheiros*, e quando a disposição é oposta cruzada, de *ciprestes*. Enumeramos a seguir algumas das mais conhecidas:

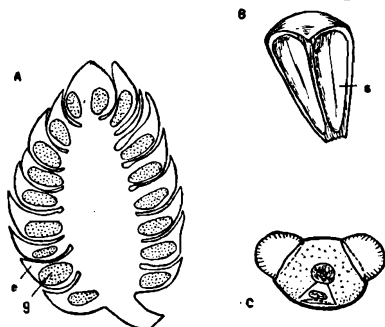


FIG. 114. Pinheiro europeu: A — corte longitudinal de uma espiga masculina, esquematizada; B — estame com dois sacos polínicos; C — aspecto microscópico de um grão de pólen: e — estame; s — saco polínico; g — grãos de pólen.

Pinheiro europeu — (*Pinus sylvestris*), (figs. 114 e 115) é o principal concorrente do nosso pinheiro no mercado internacional. Há muitas espécies ornamentais neste gênero: *Pinus maritima* e *Pinus patula*.

Pinheiro-do-Canadá — (*Abies balsamea*). A resina desta espécie fornece o *Bálsamo-do-Canadá*, que utilizamos como meio de inclusão em lâminas microscópicas.

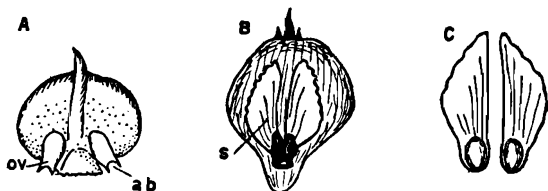


FIG. 115. Pinheiro europeu: A — carpelo com dois óvulos; B — carpelo com duas sementes; C — sementes aladas: ab — abertura do óvulo; ov — óvulo; s — semente.

Cedro verdadeiro — (*Cedrus libani*). Árvore afamada, cuja madeira foi usada para a construção do Templo de Belém, mencionado na Sagrada Escritura. É às vezes cultivada entre nós. Não deve ser confundida com o *cedro brasileiro* (*Cedrela fissilis*), uma angiosperma.

Sequóia — (*Sequoia gigantea*). Originária da Califórnia. É uma das árvores maiores do mundo. Alcança 3000 anos de idade, e talvez mais. Existem exemplares com altura superior a 100 m e um diâmetro de 12 m.

Criptoméria ou *Cedro japonês* — (*Cryptomeria japonica*). Talvez a Conífera mais freqüentemente cultivada entre nós para fins ornamentais. Os japoneses, exímios jardineiros que são, orgulham-se de criar formas anãs, consideradas tanto mais valiosas quanto mais velhas e menores se mantêm. Entre nós são de porte elegante.

Cipreste — Muitas espécies ornamentais dos gêneros *Cupressus*, *Thuja* e outros, cultivadas entre nós. Em geral são de porte quase arbustivo, com folhas bem triangulares, de disposição oposta-cruzada. Entre os de fácil reconhecimento, citamos os *Ciprestes com cheiro de limão* — (*Cupressus macnabiana*) e o *Cipreste-dourado* — (*Thuja orientalis* var. *aurea*). A maioria das espécies assemelham-se tanto entre si que se torna difícil distingui-las.

Exercícios:

O estudo da estrutura da semente pode ser realizado facilmente em pinhões cozidos. Apertando-os na base, logo acima do carpelo, consegue-se fazer sair todo o endosperma pela abertura do óvulo (21). No interior dêste, quebrando-o, encontra-se uma espécie de pequeno pavio, que é o *embrião* (fig. 113 D). Examinando-o com cuidado, verifica-se a presença de dois cotilédones. Entre eles está o botão do caule e em direção oposta, a radícula. A radícula prolonga-se num pequeno filamento, às vezes curvo, denominado *suspensor* e que parece servir de órgão de fixação para o embrião no endosperma.

Sementes frescas, plantadas com a ponta para baixo num entronó de taquara ou num vaso cheio de terra germinam facilmente e em pouco tempo. A germinação é hipogéia. Fornece bom material para comparação da germinação do feijão e da ervilha, bem como para ilustração da estrutura arbórea em si.

Cortes de madeira preparados da maneira descrita na Unidade 24 possibilitam a comparação entre a anatomia das Angiospermas e Gimnospermas (fig. 116). A diferença principal reside na falta de vasos lenhosos nas últimas.

Utilizando madeiras de Pinheiros exóticos, é comum encontrar-se condutos de resina, que faltam nas do Pinheiro brasileiro. No mais a estrutura é muito parecida.

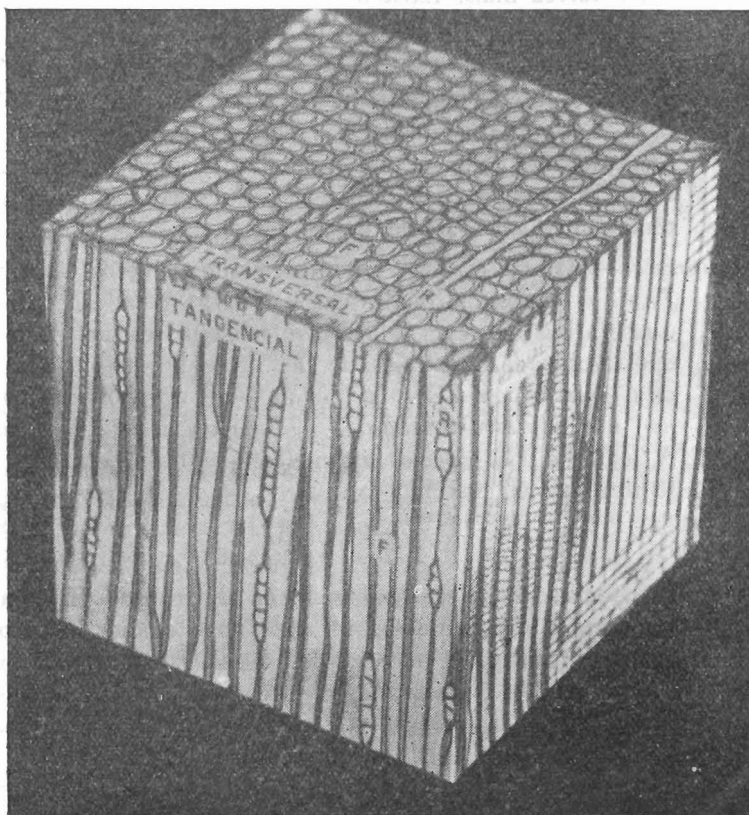


FIG. 116. Aspecto microscópico dum bloco de madeira de *Pinheiro brasileiro*.
F — fibra; R — raio medular.

UNIDADE 29

A PALMA-DE-RAMOS

(*Cycas revoluta*)

Material:

Para a aula precisamos de algumas folhas verdes e de alguns carpelos (13) e estames (17). A Palma-de-Ramos é comum nos jardins e parques de todo o Brasil, mas em geral trata-se de pés femininos. Portanto, é fácil obter folhas e carpelos; já os estames, que só encontramos nos pés masculinos, devem ser obtidos com maior antecedência e conservados em formol a 4%. Podem ser da espécie padrão ou de outra afim; as diferenças são insignificantes.

Exposição:

A *Palma-de-Ramos* também conhecida por *Sagu-de-jardim* é planta originária do Japão. Suas folhas, muito duráveis, são usadas para ornamentar igrejas, quadros de santos etc., especialmente no Domingo de Ramos. Dêse uso e da semelhança entre suas folhas e as de palmeiras verdadeiras provém seu nome popular.

A *raiz* é axial com muitas raízes secundárias.

Seu *caule* é um estipe, revestido de escamas triangulares e das bainhas das folhas velhas, já caídas. Não se ramifica e alcança uma altura de 2-3 m. No Brasil costuma ser menor.

Na ponta do caule formam-se anualmente vários verticilos de *folhas* verdes, penadas, coriáceas. No botão, enrolam-se para dentro, quase como nas samambaias. Em estado adulto são parecidas com as de certas palmeiras. Aliás, existe semelhança no aspecto geral da planta. No entanto, é fácil distingui-las até pela estrutura dos órgãos vegetativos. As folhas das palmeiras nascem inteiras, rasgando-se em muitos folíolos filiformes ao estenderem-se seguindo linhas preformadas. As folhas das Cicadáceas já nascem compostas e cada folíolo forma um elemento resistente, dotado de forte nervura mediana (fig. 117).

A organização floral é totalmente diversa, pôsto que as palmeiras são Angiospermas e as Palmas-de-Ramos, Gimnospermas.

São plantas *dióicas*. Tanto as masculinas como as femininas possuem uma única *flor*, sob forma dum cone terminal, formado pela extremidade do caule, rodeada por carpelos (13) ou estames (17).

Os carpelos (fig. 118 A) encontrados nas plantas femininas lembram as folhas da própria planta. Têm forma duma folha pena-

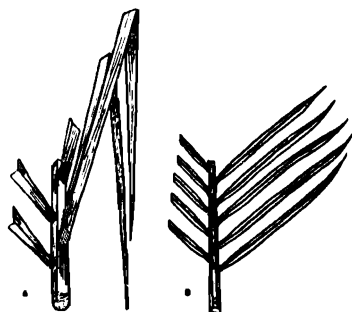


FIG. 117. A — parte de uma folha de Palmeira; B — parte de uma folha de Cicadácea, mostrando as nervuras medianas dos folíolos.

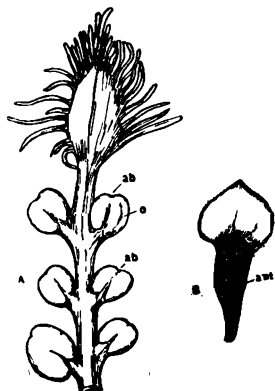


FIG. 118. *Cycas revoluta*: A — carpelo. B — estame. o-óvulo; ab-abertura do óvulo; ant-anteras.

da, avermelhada e peluginosa, com lâmina algo atrofiada e pedicelo comprido. Neste inserem-se três pares de óvulos, cujas aberturas são bem visíveis a olho nu.

Os estames (fig. 118 B) encontrados nas plantas masculinas são simples escamas alongadas, reunidas em cones mais densos e regulares do que os anteriores. Sua ponta é verde e nos 2/3 basais da face interna são cobertos por inúmeras anteras. As anteras formam grupos de três a quatro ao redor duma pequena saliência da epiderme foliar. Estes grupos de anteras são semelhantes aos *soros de esporângios* das samambaias (Ver Unidade 31). Nas anteras desenvolvem-se os grãos de pólen.

Quando o pólen (fig. 119 B) amadurece, alonga-se o eixo do cone masculino, permitindo que o vento espalhe o finíssimo pólen.

Simultâneamente, os óvulos pela manhã segregam através da sua abertura uma gôta de líquido açucarado e pegajoso. Se o vento trazer uma nuvem de pólen, um dos grãos aí se prende. Mais tarde, gôta e pólen são sugados para o interior da *câmara de pólen* do óvulo (fig. 119 A). Assim se efetua a polinização (comparar com a Unidade 28).

A abertura do óvulo substitui o estilete e o estigma, pois nas Gimnospermas não existem tais órgãos.

O pólen germina e produz curto tubo polínico, neste desenvolvem-se *gametas masculinos* (10) (fig. 119 C), capazes de se locomoverem em meio líquido, devido à presença de flagelos.

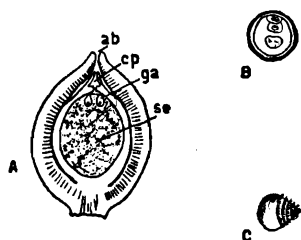


FIG. 119. *Cycas revoluta*: A — corte longitudinal do óvulo. B — grão de pólen. C — gameta masculino. ab-abertura do óvulo; cp-câmara do pólen; ga-gametângio com gameta feminino; se-saco embrionário (Muito aumentado).

Nadam livremente no líquido existente na câmara de pólen à procura dos *gametas femininos* (22), que estão no saco embrionário (16) dos óvulos. O primeiro gameta masculino a encontrar um feminino fecunda-o; os outros morrem. O gameta feminino fecundado transforma-se em embrião, e o óvulo, em semente.

A germinação da semente é epigéia.

Afinidades:

A Palma-de-Ramos pertence à família das *Cicadáceas*. *Cicadáceas* e *Coníferas* são Gimnospermas. Possuem car-

pelos abertos, sem ovário fechado, sem estilete e sem estigma. A função de receber o pólen é exercida pela abertura dos óvulos.

No Brasil crescem várias *Cicadáceas* em estado silvestre, como *Zamia brongniarti* e outras espécies do mesmo gênero. Em *Zamia* (fig. 120 B e C) tanto estames como carpelos são reduzidos a escamas, parecidos com os das *Coníferas* e reunidos em cones densos, mais ou menos lenhosos.

Nossos exemplos (*Cycas revoluta* e *Cycas circinnalis*) são encontrados freqüentemente cultivados nos nossos parques e jardins. Podem ser reconhecidos e distinguidos pela forma peculiar de seus carpelos (figs. 119 A e 120 A). A última é originária da Índia. A medula de seu caule contém um tipo especial de fécula muito gostosa, conhecida e vendida sob o nome de *sagu* legítimo.

Cicadáceas e *Coníferas* são remanescentes duma flora outrora riquíssima e que conhecemos principalmente sob a forma de *fósseis*. Muitos destes são iguais às espécies atuais. Outras, dão idéia da evolução que teria transformado *Samambaias* em *Cicadáceas*, e *Gimnospermas* em *Angiospermas*.

Um exemplo dos mais interessantes fornece a flor de *Bennettites*, um fóssil do Cretáceo, também conhecido por *Cycadoidea* (fig. 121).

A estrutura geral dessa flor é a duma *Angiosperma*: é bissexuada; possui perianto e o androceu em relação ao gineceu encontra-se na posição costumeira.

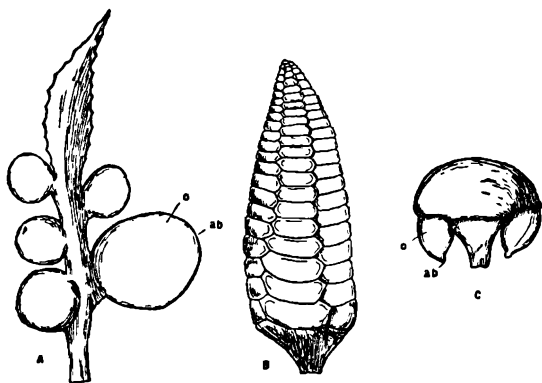


FIG. 120. Cicadáceas: A — carpelo de *Cycas circinnalis*; B — cone de carpelos de *Zamia*; C — carpelo de *Zamia*: ab-abertura; o-óvulo.

No gineceu há carpelos com forma de escamas encimadas por óvulos descobertos, que devem ter produzido sementes como nas Gimnospermas.

No entanto, seus estames têm organização típica de folhas de Samambaias.

Portanto, as flôres de *Bennettites* reúnem características dos três taxones mencionados.

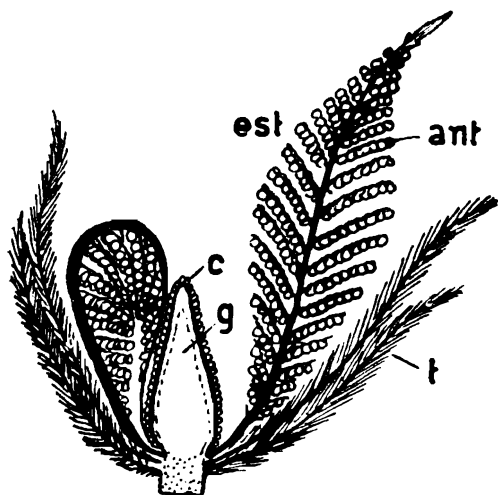


FIG. 121. Reconstituição duma flor de *Bennettites*: g-gineceu; c-carpelos; est-estames; ant-anteras; t-tépalas.

Exercícios:

Após o exame minucioso da planta e de seus órgãos, convém comparar o carpelo duma Palma-de-Ramos com o da *Ervilha*. À primeira vista parecem diferentes; porém, se abrirmos o legume da ervilha, dobrando os óvulos para os lados, observaremos curiosa coincidência de estrutura. No lugar da lâmina penada da Gimnosperma encontramos estigma. Os óvulos inserem-se de maneira semelhante em ambos os casos. As Gimnospermas são mais antigas no mundo do que as Angiospermas. Isto pôsto, compreendemos que a polinização é função primitiva da abertura dos óvulos e que existe em ambos os grupos. Nas Angiospermas o óvulo encontra-se encerrado num ovário fechado: não pode receber o pólen. O carpelo desenvolve um estilete e estigma para substituírem a abertura do óvulo na sua função original.

O aluno deve desenhar um legume de ervilha aberto e desdobrado ao lado dum carpelo da Palma-de-Ramos, indicando, nos dois, os órgãos correspondentes.

PRANCHA VII
GYMNOSPERMAE
CYCADALES e CONIFERAE



1



2



3



4

CYCADALES: 1. PALMA DE RAMO (*CYCAS REVOLUTA*)

2. *ZAMIA BRONGNIARTI*

CONIFERAE: 3. PINHEIRO (*PINUS PATULA*)

4. PINHEIRO BRASILEIRO OU DO PARANA
(*ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA*)

UNIDADE 30

PLANTAS COM EMBRIÃO EM SEMENTES

(*ESPERMATÓFITAS*)

Resumo:

Com a Unidade 29 terminamos o estudo das Espermatófitas ou plantas que se reproduzem por sementes. Convém, agora, tentar uma síntese dos conhecimentos adquiridos. Fornecemos somente um esqueleto, ao qual o professor deve insuflar vida, insistindo com os alunos na verificação e repetição dos fatos. A matéria requer algumas aulas teóricas, desta vez, e, excepcionalmente, sem ênfase na objetivação.

Tôdas as plantas até aqui apresentadas possuem dois aparelhos distintos; o vegetativo e o reprodutor.

O *aparelho vegetativo* é composto de três tipos fundamentais de órgãos; a raiz, o caule e a folha. Um ou outro dêsses pode faltar em casos especiais. Dá-se o nome da *cormo* ao aparelho vegetativo que possui tais órgãos.

O *aparelho reprodutor* apresenta flôres e sementes, e na maioria, frutos. Já sabemos que êstes órgãos são realmente caules e folhas modificados.

É função da *raiz* fixar a planta no substrato e absorver a seiva bruta ou supridora conduzindo-a ao caule e às folhas.

Em condições ecológicas especiais pode mudar de estrutura e adquirir outras funções.

Às vêzes, nas plantas, cujas folhas desaparecem periòdicamente, pode engrossar e transformar-se em celeiro de substâncias de reserva.

Nas orquídeas epífitas, desenvolve o velame, epiderme destinada a armazenar água.

Muitas trepadeiras apresentam raízes adventícias que servem, principalmente como órgãos de fixação. Também no *Cravo-do-Mato*, cujas folhas assumem a função de absorção para garantir o pleno desenvolvimento da planta no seu *habitat* peculiar, resta à raiz somente a função de fixar a planta à casca das árvores.

De modo geral, distinguimos três tipos fundamentais de raízes; raízes axiais, fasciculadas e raízes adventícias.

Qualquer destas costuma apresentar quatro zonas; a coifa, a zona lisa, a zona dos pêlos absorventes e a zona cortical.

A coifa é uma capa que protege a ponta da raiz contra lesões mecânicas infligidas pelas asperezas do solo quando nêle penetra. Em muitas plantas observam-se também transformações de suas camadas externas numa massa gelatinosa (geleificação das membranas), o que adiciona à proteção mecânica um efeito de lubrificação. A ponta da raiz, no interior da coifa, é formada por tecido meristemático (crescimento por multiplicação celular). O mesmo promove o crescimento da raiz e a substituição, de dentro para fora, das partes desgastadas. (Veja: Unidade 43.)

Na zona lisa alongam-se as células meristemáticas. Assim efetua-se o crescimento em comprimento de maneira eficiente, simultaneamente, com a diferenciação dos diversos tecidos.

Já na zona dos pêlos absorventes verificamos todos os característicos anatômicos importantes. É nesta que a raiz absorve. A casca é dotada duma epiderme com pêlos absorventes e dum endoderma, que a separa do cilindro central. Os pêlos absorventes podem faltar em plantas aquáticas e em epífitas. O endoderma controla a troca da seiva entre a casca e o cilindro central. Neste encontramos os elementos lenhosos e liberianos.

A zona cortical serve à fixação da planta e à condução da seiva. Nela a casca se transforma em cortiça. Muitas vezes é nesta zona que a raiz assume função de armazenamento.

O *caule* tem por função principal produzir as folhas, ostentá-las à luz solar e conduzir a seiva para os lugares necessários.

Pode ser herbáceo ou lenhoso e de estrutura variável, típica para os diversos taxones. Sempre contém líber e lenho. O crescimento em comprimento dá-se nas pontas do caule principal e dos seus eventuais galhos. Ao contrário da raiz, não possui coifa. A epiderme existe nas partes verdes e possui estomas para a troca de gases. Na parte suberizada são substituídos por lenticelas ou por fendas entre as placas de cortiça.

Também o caule pode assumir outras funções.

Sob a forma de rizoma, fixa a planta ao solo e serve de celeiro para armazenamento de substância de reserva.

Nos cladódios, realiza a fotossíntese, característica para as folhas, e nas trepadeiras, pode servir como órgão de fixação.

As *fóllhas* têm por função principal a nutrição da planta, se bem que nas flôres e em outros órgãos a serem estudadas na 2.^a parte dêste Manual promovem a formação de células reprodutoras.

Sua lâmina é formada por nervuras e mesófilo, envoltos em ambos os lados por uma epiderme.

As nervuras são constituídas por elementos de condução e elementos mecânicos. Conduzem a seiva e dão resistência à folha.

O mesófilo, composto de células clorofiladas, realiza a fotossíntese.

A epiderme é uma camada protetora de células, interrompidas por estomas. Na epiderme de folhas submersas não há estomas.

A forma das folhas varia muito; há simples e compostas.

Às vezes assumem função de fixação (gavinhas), outras vezes transformam-se em espinhos para defesa e ainda, em certas plantas carnívoras, dão origem a engenhosos mecanismos para captar insetos.

A flor é formada numa extremidade dum caule ou galho (o receptáculo ou eixo floral) rodeada por folhas. Serve para produzir sementes. Para tanto têm suas folhas transformadas em tépalas, estames e carpelos. Pode possuir simultaneamente todos estes tipos de folhas ou somente alguns, ou então, em casos extremos, um único.

Para que possa transformar os óvulos em sementes, devem ocorrer três fenômenos distintos, se bem que interdependentes: a polinização, a germinação do pólen e a fecundação.

Em virtude das diferenças estruturais das Gimnospermas e Angiospermas há alguma diversidade nestes fenômenos.

Polinização nas Gimnospermas significa transporte do pólen da antera dum estame diretamente para a abertura do óvulo no carpelo dum flor da mesma espécie (Veja Unidades 28 e 29). O pólen é sempre transportado pelo vento.

Polinização nas Angiospermas é o transporte do pólen dum antera para o estigma dum flor da mesma espécie (Veja Unidade 1), seja pelo vento, por animais ou outros meios.

A *germinação do pólen* compreende sua transformação num tubo polínico, também denominado *microprótalo*. Em certas células, situadas no interior do mesmo e designadas com o nome de *gametângio masculino*, desenvolvem-se os gametas masculinos.

Nas Angiospermas, cujos tubos polínicos atravessam o estilete até atingirem os óvulos encerrados nos ovários, são sempre núcleos (núcleos geradores ou generativos). Nas Gimnospermas, cujos tubos polínicos, relativamente curtos, se desenvolvem no interior da *câmara de pólen* do próprio óvulo, podem ser núcleos ou espermatozóides com flagelos (Unidades 28 e 29).

A *fecundação* significa, em ambos os casos, união do núcleo do gameta masculino com o núcleo do gameta feminino. Este, conhecido por oosfera, está situado no *saco embrionário* ou *macroprótalo*, no centro do óvulo (fig. 122).

O gameta feminino fecundado produz o *embrião da semente*.

O *macroprótalo* das *Angiospermas* é composto de sete células com oito núcleos (fig. 122 B). Uma das três células situadas no lado da abertura é o gameta feminino. As duas vizinhas são denominadas

sinérgidas, as três opostas *antípodas*, e os dois núcleos da célula central, *núcleos polares*. Os núcleos se unem com um segundo elemento masculino. Desta tríplice fusão nuclear surge o *endosperma* ou *albúmen* da semente. Os integumentos do óvulo fornecem sua casca. A parede do ovário dá origem à parede do fruto.

O *macroprótalo* das *Gimnospermas* (fig. 122 C m) é constituído dum tecido celu-

lar homogêneo, exceto na parte limítrofe à câmara de pólen. Ali desenvolvem-se dois ou mais órgãos femininos, denominados *game-tângios femininos* ou *arquegônios*, os quais (fig. 122 D) têm forma de pequenas garrafas bojudas. O gameta feminino é uma célula redonda que ocupa todo o seu bôjo ou ventre. Fecundado, origina o embrião da semente.

O resto do macroprótalo transforma-se em albúmen ou endosperma. Os integumentos produzem a casca da semente. Não há formação de fruto. Nas *Gimnospermas* chamamos o endosperma, *primário*, e nas *Angiospermas*, *secundário*, em virtude das diferenças no seu desenvolvimento.

Flôres podem apresentar-se isoladas ou irregularmente distribuídas em certas plantas. Em outros casos, formam grupos regulares, denominados *inflorescências*. O tipo das inflorescências é determinado pelo exame do seu sistema de ramificações e das respectivas brácteas. Os seis tipos mais comuns são espiga, cacho, panícula, umbela, dicásio e capítulo.

A *espiga* é formada por flôres sésseis que rodeiam um galho (Ex. Cravo-do-mato).

O *cacho* é composto de flôres pediceladas, reunidas ao redor dum galho (Ex. Gravatá).

A *panícula* tem contôrno geral duma pirâmide e é composta de cachos e espigas ou mesmo dicásios inseridas num eixo comum ou nas ramificações do mesmo (Ex. Jacarandá).

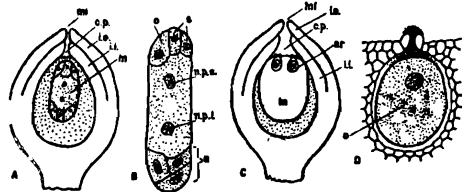


FIG. 122. A — Corte longitudinal dum óvulo de Angiosperma; B — macroprótalo ou saco embrionário do mesmo óvulo, com maior aumento; C — corte longitudinal dum óvulo de Gimnosperma; D — arquegônio do mesmo óvulo com maior aumento; a-antípodas; ar.-arquegônio; c.p.-câmara de pólen; i.e.-integumento externo; i.i.-integumento interno; m.-macroprótalo; mi.-micrópila; n.p.i.-núcleo polar inferior; n.p.s.-núcleo polar superior; o-oosfera; s.-sinérgidas. (Tudo esquematizado e ampliado).

Na *umbela* tôdas as flôres atingem mais ou menos o mesmo plano e seus pedicelos nascem todos do mesmo verticilo de brácteas. Freqüentemente é composta. (Ex. Cenoura.)

O *dicásio* consta de pares de flôres, oriundos duma seqüência de brácteas em disposição oposta-cruzada. Os pares mais novos alcançam posição superior aos mais velhos (Ex. Tomateiro).

O *capítulo* é uma espiga condensada (Ex. Maricá). Nas Compostas pode simular flôres individuais.

Também os *frutos* podem ter estruturas as mais diversas. São classificados pelo número de carpelos e óvulos, pela maneira de abertura (deiscência) e pela estrutura. Dos tipos descritos no Manual lembramos a baga, a drupa, a cápsula, o legume, o aquênio, a cariopse.

Na descrição das espécies constantes das diversas Unidades usamos sempre duas nomenclaturas diferentes, a popular e a científica.

A nomenclatura popular não obedece a regras definidas. Tem sua origem no uso e é, em geral, suficiente para os alunos do ensino secundário e para leigos. Em virtude da falta de definição e em consequência de usos regionais, não pode estabelecer, inequivocamente, a identidade duma espécie. Para tanto serve a nomenclatura científica, neste Manual, dirigido ao professor, principalmente.

A mesma foi introduzida na Botânica pelo grande naturalista sueco *Linnaeus*, no século XVIII.

Como cada nome consta de dois têrmos latinizados, dos quais o primeiro corresponde ao gênero e o segundo à espécie do mesmo gênero, é chamada *Nomenclatura binária*. Modernamente, tornou-se regra acrescentar ao binômio, em forma de abreviação, o nome do naturalista que designou e descreveu a espécie. Isto serve para evitar confusões, no caso muito comum de dois naturalistas terem utilizado os mesmos têrmos para descrever plantas diferentes, sem se darem conta do fato.

Quando existem vários binômios dados por cientistas diferentes e designando a mesma espécie, prevalece o mais antigo. Os outros são considerados sinônimos.

A seqüência das Unidades nesta parte do Manual obedece simultâneamente a motivos sistemáticos e pedagógicos. Dividimos as Espermatófitas em Gimnospermas (sem frutos, com sementes) e Angiospermas (sementes em frutos).

Spermatophyta (plantas com sementes)	{	<i>Angiospermae</i> (Unidades 1 a 27) (sementes em frutos)
		<i>Gymnospermae</i> (Unidade 28 e 29) (sementes sem frutos)

As Angiospermas são separadas em *Monocotiledôneas* e *Dicotiledôneas* baseado no número de cotilédones existentes no embrião da semente e em numerosas outras diferenças, que coincidem com aquela.

No texto foram mencionadas as seguintes ordens e famílias:

MONOCOTYLEDONEAE (Unidades 1 a 7).

- Ordem: *Liliiflorae* (Unidade 1)
Fam: Liliaceae, Amaryllidaceae, Iridaceae.
- Ordem: *Farinosae* (Unidade 2)
Fam: Bromeliaceae, Pontederiaceae, Comelinaceae.
- Ordem: *Spathiflorae* (Unidade 3)
Fam: Araceae.
- Ordem: *Principes* (Unidade 4)
Fam: Palmae.
- Ordem: *Glumiflorae* (Unidade 5)
Fam: Gramineae, Cyperaceae.
- Ordem: *Scitamineae* (Unidade 6)
Fam: Musaceae, Zingiberaceae, Cannaceae, Marantaceae.
- Ordem: *Microspermae* (Unidade 7)
Fam: Orchideae.

DICOTYLEDONEAE (Unidades 8 a 27)

I CHORIPETALEAE (com pétalas não conerescidas) (Unid. 8 — 20).

- Ordem: *Rosales* (Unidade 8)
Fam: Rosaceae.
- Ordem: *Leguminosae* (Unidades 9 a 11)
Fam: Papilionaceae, Caesalpinaceae, Mimosaceae.
- Ordem: *Polycarpicae ou Ranales* (Unidades 12 e 13)
Fam: Lauraceae, Myristicaceae, Magnoliaceae, Ranunculaceae, Nymphaeaceae.
- Ordem: *Urticales* (Unidade 14)
Fam: Moraceae, Urticaceae, Ulmaceae.
- Ordem: *Tricoccae* (Unidade 15)
Fam: Euphorbiaceae.
- Ordem: *Geraniales* (Unidade 16)
Fam: Rutaceae, Meliaceae, Simarubaceae.
- Ordem: *Myrtiflorae* (Unidade 17)
Fam: Myrtaceae, Melastomaceae, Oenotheraceae.
- Ordem: *Umbelliflorae* (Unidade 18)
Fam: Umbelliferae.

- Ordem: *Malvales ou Columniferae* (Unidade 19)
Fam: Malvaceae, Bombacaceae, Sterculiaceae.
Ordem: *Opuntiales* (Unidade 20)
Fam: Cactaceae.

II SYMPETALEAE (Com pétalas conerescidas entre si)

- Ordem: *Tubiflorae* (Unidades 21 a 24)
Fam: Convolvulaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae, Bignoniaceae.
Ordem: *Rubiales* (Unidade 25)
Fam: Rubiaceae, Caprifoliaceae, Valerianaceae.
Ordem: *Cucurbitales* (Unidade 26)
Fam: Cucurbitaceae.
Ordem: *Campanulatae* (Unidade 27)
Fam: Compositae.

SEGUNDA PARTE

PLANTAS COM EMBRIÃO NÃO EM SEMENTES

(ARQUEGONIADAS)

APRESENTAÇÃO

O filo das Arquegoniadas compreende todos os vegetais que, no mais vasto sentido da palavra, podem ser designados com os termos populares Samambaias, Musgos e Hepáticas.

Sua reprodução mostra alternância obrigatória e aparente entre a geração esporofítica e gametofítica. O *esporófito*, composto de células com núcleos diplóides, forma esporos haplóides. Estes germinam e dão origens ao *gametófito*, composto de células haplóides. No gametófito nascem os órgãos sexuais, gametângios, masculino e feminino, que produzem gametas. Da fusão destes surge o zigoto, que se transforma em embrião (diplóide), e, posteriormente, por crescimento, em novo esporófito. O esporófito é considerado como fase assexuada e o gametófito como fase sexuada do ciclo evolutivo destas plantas.

O aparelho vegetativo do esporófito das Samambaias é composto de caules, raízes e folhas que contêm vasos lenhosos, e constitui o que se denomina um *cormo* típico. Seu gametófito é um delicado talo verde, cordiforme, denominado *prótalo*.

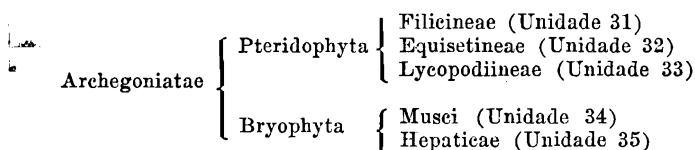
Chamamos de *talo* um aparelho vegetativo cujos órgãos não possuem vasos lenhosos. Apesar disto, podem ter aspecto semelhante ao das folhas, dos caules e das raízes do cormo. São, então, denominados *filóides*, *caulóides* e *rizóides*.

Musgos e Hepáticas possuem um esporófito com estrutura especial, muitas vezes dotado de vasos lenhosos primitivos e denominados *esporogônio*. Seu gametófito é sempre talo. Às vezes é achatado e dicótomo, outras vezes, formado

por filóides, caulóides e rizóides. Neste caso, fica muito parecido com um corno verdadeiro. Seus filóides, caulóides e rizóides distinguem-se de fôlhas, caules e raízes verdadeiras pela falta de nervuras.

As arquegoniadas dividem-se em Pteridófitas ou Samambaias no mais vasto sentido da palavra (Unidades 31 a 33) e Briófitas, também conhecidas por Musgos e Hepáticas (Unidades 34 e 35).

Esquema simplificado:



UNIDADE 31

A AVENCA

(*Adiantum cuneatum*)

Material:

A objetivação integral desta Unidade é indispensável. Sòmente assim pode garantir-se a comparação dos intrincados problemas de alternância das gerações. Felizmente não é difícil obter o material necessário.

Avencas podem ser cultivadas em qualquer casa, seja na terra num pote de barro sôbre um prato cheio de água, seja num pedaço de xaxim. Gostam de “sombra e água fresca” e são belíssimo adorno.

Suas fôlhas fornecem esporângios e esporos. Se desejarmos também obter prótalos nas mais diversas fases de desenvolvimento, basta esquecer a limpeza das paredes do pote de barro. Nelas ou no xaxim, brotam em profusão. Naturalmente é preferível proceder à sua cultura num meio artificial, como está indicado na parte de exercícios.

Exposição:

Há muitas espécies de *Avencas* no Brasil, silvestres e cultivadas. As formas de folhagem mais belas crescem em lugares sombrios nas beiras de fontes, cascatas, lagos, riachos, etc. Parece que são relativamente independentes dos sais minerais do solo, pois com freqüência se desenvolvem em frestas de rochas ou em pedras quase sem terra.

O *caule* é um rizoma pouco desenvolvido, dotado de inúmeras *raízes adventícias*, finas, ramificadas e emaranhadas.

Anualmente emite um grande número de *fôlhas*. Estas apresentam um botão muito peculiar. Tôdas as suas partes estão enroladas numa espiral plana, para a frente (fig. 123).

A posição duma fôlha no botão é chamada *vernação*. O tipo peculiar encontrado na avenca e plantas afins é conhecido por *vernação circinada*. Nas formas bem características lembra um báculo de bispo, artisticamente esculpido. Abre-se desenrolando suas partes para trás.



FIG. 123. Botão de uma fôlha de Samambaia no momento de sua abertura, mostrando a vernação circinada.

A fôlha aberta é muito delicada e ornamental. Consta dum pedicelo bastante ramificado, fino, escuro, lustroso, com a rigidez e elasticidade dum arame. Em plantas bem desenvolvidas pode atingir a 1-2 m de comprimento. As extremidades dêste sistema pedicelar são ocupadas por folíolos verde-claros, mais ou menos cuneiformes ou triangulares, que medem sòmente poucos milímetros em cada direção e têm a grossura de poucas camadas de células.

Na margem externa da face inferior dos folíolos (fig. 124) encontram-se pequenas escamas reniformes, inicialmente verdes e que se tornam pardo-escuras durante o desenvolvimento. Estas escamas abrigam os órgãos de reprodução da planta, aqui denominados *esporângios*. As escamas chamam-se *indúsias*. Indúsia e esporângios inserem-se numa minúscula excrescência da epiderme chamada *placenta*. Um grupo de esporângios ao redor duma placenta e coberto pela indúsia é um *sôro* (fig. 125).



FIG. 124. Parte duma fôlha da Avenca: s-sôro.

Os esporângios (fig. 126) são tão pequenos que aparecem à vista desarmada como minúsculos grãos. Ao microscópio revelam interessante e complexa estrutura. No centro possuem uma cápsula ôca, na qual se formam os esporos. Ao redor desta, abrangendo mais ou menos $2/3$ da periferia está um *anel*, composto de células com membranas lignificadas. O último terço apresenta células mais compridas, que formam a *bôca* ou *estômio*. Quando os esporos amadurecem, o anel contrai-se forçando a ruptura súbita do estômio e das paredes da cápsula. Êste movimento brusco lança os esporos a boa distância ao redor da planta. Pouco antes, enrola-se a indúsia ou cai completamente.

A planta descrita é o *esporófito* da avenca. Tôdas as suas células são diplóides, isto é, possuem o jôgo completo de cromossomos típico para a espécie, formado de pares homólogos.

No princípio da formação dos esporos, na *esporogênese*, ocorre um tipo de divisão nuclear especial denominado *divisão redutora*. Esta distribui os pares do cromossomos entre os núcleos filhos, de tal maneira que cada um recebe sòmente um dos dois homólogos.

O número de cromossomos em cada núcleo filho, torna-se a metade dos do núcleo primitivo (fig. 127). Tais núcleos são ditos haplóides.

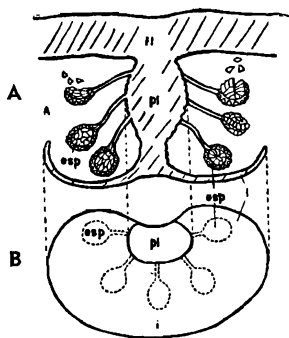


FIG. 125. Representação esquemática dum sôro de esporângios. A — corte transversal; B — visto de cima; esp. — esporângio; fl. — folíolo; i. — indústria; pl. — placenta. As linhas pontilhadas indicam partes correspondentes nas figuras A e B.

A importância dos cromossomos para a formação dos indivíduos e sua constituição hereditária, bem como o papel da divisão redutora, são objetos de estudo da Biologia Geral, razão pela qual nos limitamos, nesta oportunidade, a constatar os simples fatos supracitados.

O *esporo* (fig. 126 C) é uma única célula dotada de núcleo, citoplasma, grãos de amido, gôtas de lipóides e envolta numa membrana dupla, que a protege contra a transpiração. Em estado de vida latente, pode ficar vivo durante muito tempo. Ao encontrar um ambiente favorável, isto é, terra úmida e uma temperatura média, germina. A germinação do esporo equivale a um processo de crescimento pelo qual se origina o *prótalo*.

O *prótalo* (fig. 128) ou *gametófito* da avenca é uma delicadíssima lâmina de tecido verde, mais ou menos cordiforme, com poucos milímetros de comprimento. Fixa-se ao solo por meio de finos filamentos aclorofilados, denominados *rizóides*. Entre os rizóides existem pequenos órgãos globulosos, os gametângios masculinos, denominados anterídios (4) (fig. 128 ant. e fig. 129 A). Nêles desenvolvem-se os gametas masculinos (5) (fig. 129 B). Na parte mais grossa do *prótalo* encontram-se os gametângios femininos, denominados arquegônios (fig. 128 arq. e fig. 130). No seu bôjo está o gameta feminino (22).

Em dias de chuva ou de forte orvalho acumula-se água por baixo do *prótalo*. Os gametas masculinos, dotados de flagelos e duma vesícula com substâncias de reserva, que lhes fornece a energia necessária, nadam dos gametângios masculinos em direção aos femininos para os quais estão sendo atraídos (quimiotaxia) por uma substância segregada pelo gameta feminino. O primeiro a penetrar funde seu núcleo com o do gameta feminino, realizando desta maneira a *fecundação*. O gameta feminino (22) fecundado, dotado de núcleo diplóide pela fusão de dois haplóides, transforma-se, por crescimento, primeiro num embrião, depois em planta embrionária, ainda parcialmente nutrida pelo *prótalo* (fig. 128 B) e, finalmente, num esporófito adulto, isto é, na própria planta da avenca. Neste ínterim apodrece o *prótalo*.

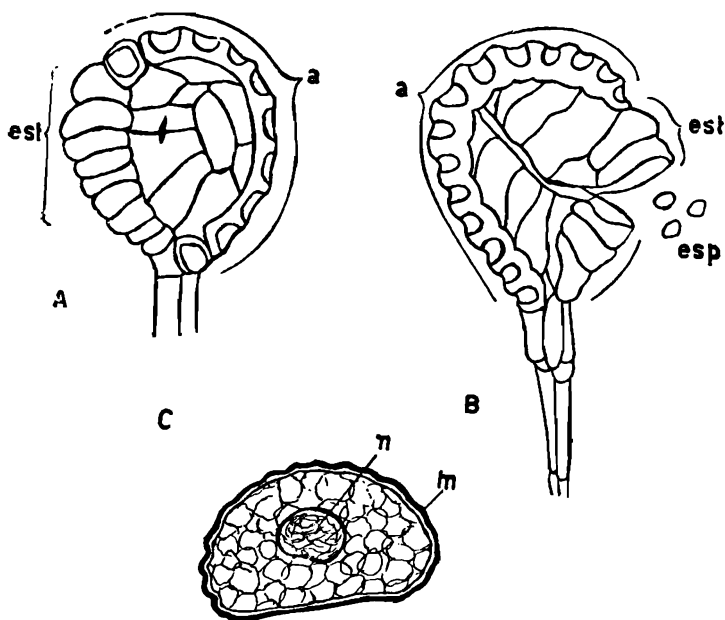


FIG. 126. A — esporângio fechado. B — esporângio aberto, largando esporos. C — esporo; a-anel; esp.-esporo; est.-estômio; m-membranas; n-núcleo. (A e B com 100 x; C — 800 x aproximadamente).

Cada prótalo desenvolve apenas um embrião, mesmo quando há fecundação de vários arquegônios; provavelmente, por falta de alimento suficiente.

É interessante verificar que a sequência da formação dos órgãos é a mesma já observada na germinação das sementes (Comparar com o feijão — Unidade 9). Após fixação do embrião no prótalo, primeiro aparece a raiz primária, depois os cotilédones e, por fim, o caule. Raiz, cotilédones e suas outras partes desaparecem junto com o prótalo. Sòmente o caule, transformado em rizoma com fôlhas e raízes adventícias, sobrevive no esporófito adulto.

Afinidades:

As *Avencas* (*Adiantum* spp.) a *Escadinha-do-céu* (*Nephrolepis cordifolia*), tão comum nos nossos jardins, a *Samambaia-do-campo* (*Pteridium aquilinum*) e os imponentes *Xaxins* (*Dicksonia selowiana*) e outras spp. das nossas matas possuem o mesmo ciclo evo-

lutivo acima descrito. Pertencem ao taxon *Eufilicineae*, que é composto de muitas famílias, gêneros e espécies, vulgarmente conhecidas por *Samambaias* ou *Fetos*.

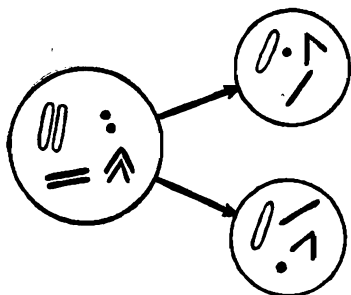


FIG. 127. Esquema da distribuição dos cromossomos numa divisão reduutora. À esquerda, um núcleo diplóide com quatro pares de cromossomos. À direita, dois núcleos haplóides, cada um com quatro cromossomos.

As espécies acima citadas são todas terrestres. No entanto, há também muitas formas epifíticas, como por exemplo o *Cipó-cabeludo* (*Polypodium squamulosum*) e outras, habitantes dos pântanos, como o (*Acrostichum lomarioides*).

Seus caracteres gerais, mais importantes são:

1) Na face inferior das folhas, existem soros de esporângios, cujos contornos e distribuição variam. Cada soro é composto duma placenta, rodeada por esporângios e coberta por uma escama, a indúsia. A última pode faltar.

2) A venação das folhas é circinada.

3) Os caules são rizomas. Somente nos fetos arborescentes, conhecidos por xaxins, formam troncos eretos, cuja substância fibrosa é utilizada para criar orquídeas, avencas e outras plantas.

4) Os esporos formados nos esporângios são todos iguais. As plantas são *isosporadas*. De cada esporo nasce um prótalo hermafrodito, dotado de gametângios femininos e masculinos.

Os parentes mais próximos das *Eufilicineas* são as *Hydropteridíneas*. Os dois taxones se reúnem nas *Filicineas*. As hidropteridíneas têm vida aquática, ora com rizomas rastejantes no lodo, presos na terra e com folhas, cujos limbos emergem sobre a água, ora totalmente flutuantes na superfície de águas tranquilas. São *heterosporadas*, isto é, possuem dois tipos de esporos. Uns, maiores, os *macrósporos*, são femininos. Desenvolvem prótalos com gametângios femininos. Outros, menores, os *micrósporos*, são masculinos. Seus prótalos apresentam gametângios masculinos.

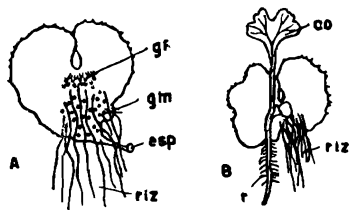


FIG. 128. Prótalos: A — prótalo não fecundado; B — prótalo com planta embrionária; gm-gametângios masculinos; gf-gametângios femininos; co-cotilédone; esp-esporo; r-raiz; riz-rizóides — observado com lupa.

As formas mais comuns pertencem aos gêneros *Salvinia*, *Azolla*, *Marsilea*, *Regnellidium* e *Pilularia*, todas existentes em estado silves-

tre no Brasil fig. 131). *Salvinia* é freqüentemente cultivada em aquários. *Marsilea*, *Pilularia* e *Regnellidium* são encontrados em cultivo nos jardins botânicos. O último é endêmico no Rio Grande do Sul e S. Catarina, onde cresce nos ralos de irrigação dos arrozais e em lagoas.

Formas semelhantes às Samambaias da atualidade foram encontradas em estado fóssil.

Exercícios:

É óbvio que a avenca, seus esporângios, esporos e prótalos devem ser examinados macro e microscôpicamente. Não há necessidade de cortes. É conveniente observar os soros com lupa e os esporos e esporângios com microscópio. Estes devem ser montados na lâmina em cloral-hidratado, que se aquece de leve sôbre uma chama branda, para expulsar as bôlhas de ar, quase sempre presentes.

Para obter esporângios e esporos, basta raspá-los dum soro com uma agulha fina.

Querendo *cultivar prótalos*, aconselhamos outro procedimento. Sob uma campânula, coloca-se a face inferior de uma fôlha de avenca ou de samambaias, rica em soros, com os mesmos para baixo, em contato com uma fôlha de papel limpo. Dias depois, os esporângios abrem-se, largando os esporos sôbre o papel. Estes constituem um pó finíssimo que deve ser recolhido, cuidadosamente, com um pincel limpo e macio (pincel para aquarela).

FIG. 130. Gametângio feminino (400 x aproximadamente); gm-gameta masculino penetrando o colo; gf-gameta feminino.

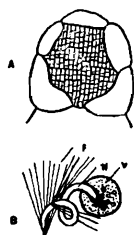
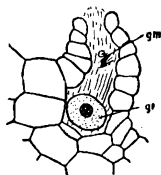


FIG. 129. A — gametângio masculino visto de lado (400 x aproximados); B — gameta masculino (aproximadamente 2000 x) f-flagelos; n-núcleo; v-vesícula com gotas de lipóides.

Em seguida podem ser disseminados em placas-de-Petri até à metade de sua altura, com a seguinte solução nutritiva diluída com água destilada ou água de chuva fervida na proporção de 1:10.

Água destilada	1000 cm ³
KH ₂ PO ₄	10 g
CaCl ₂	1 g
MgSO ₄ cristalizado	3 g
NaCl	1 g
FeCl ₃	0,1 g
NH ₄ NO ₃	10 g

Esta solução conserva-se durante muito tempo.

As placas-de-Petri devem ser fervidas antes do uso, despejan-

do-se nelas, em seguida, a solução diluída, bem quente. Quando ainda morna, procede-se à semeadura dos esporos com pincel, antes desinfetado em álcool, tomando cuidado em levantar as tampas das placas o menos possível.

Depois de duas semanas observa-se uma camada esverdeada na superfície do líquido. São prótalos que crescerão cada vez mais e que podem ser utilizados diretamente para observação com lupa ou microscópio. No último caso devem ser montados na lâmina numa gota de água.

Se a cultura desenvolve simultâneamente muitos bolores, convém repicar, com agulha e pincel, quantidade suficiente de prótalos numa nova placa-de-Petri, preparada de maneira idêntica. Tornando-se maiores os prótalos, desenvolverão plantas embrionárias. Nesta fase devem ser transplantadas para xaxim bem úmido ou outro meio de cultura. O tempo necessário para desenvolver novo esporófito com folhas, rizomas e raízes adventícias costuma ser superior a um ano.

O processo descrito é o mais elegante para demonstração dos prótalos e da germinação dos esporos. No entanto, podemos proceder de maneira mais simples. Basta cultivar uma avenca em terra, num vaso de barro, ou num pedaço de xaxim. A planta dissemina seus esporos no barro do vaso ou nas fibras do xaxim. Se evitarmos limpar os mesmos, observaremos, após poucas semanas ou meses, a presença de prótalos em diferentes fases de desenvolvimento.

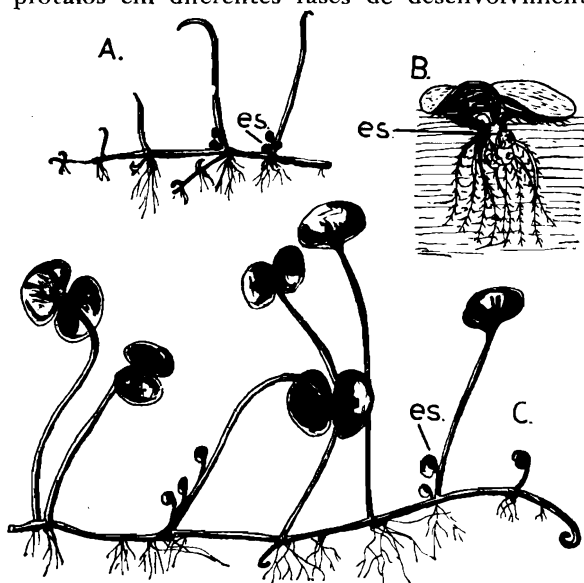


FIG. 131. A — *Pilulária globulífera*, L. ($1/3$ do tam. nat.); B — *salvinia natans* (tam. nat. seg. WARMING); C — *Regnellidium diphyllum* Lind. ($1/3$ tam. nat.); es = esporocarpo. (Orig.)

PRANCHA VIII
EUFILICINEAE



1



2



3



4

1. SAMAMBAIA-DO-CAMPO — (*PTERIDIUM AQUILINUM*)
2. CIPÓ CABELUDO — (*POLYPODIUM SQUAMULOSUM*)
3. SAMAMBAIA-DOS-PANTANOS — (*ACROSTICHUM LOMARIOIDES*)
4. XAXIM — (*DICKSONIA SELLOWIANA*)

UNIDADE 32

O RABO-DE-LAGARTO

(*Equisetum spp.*)

Material:

De acôrdo com a localização do Educandário será fácil ou extremamente difícil coletar o material necessário para a objetivação da presente Unidade.

Há vastos trechos no Brasil sem um único espécime do nosso paradigma. Em outras partes, principalmente em pantanais ou na beira de lagoas, pode formar uma vegetação densa e predominante. Aconselhamos aos professôres, a aproveitarem qualquer oportunidade que se lhes ofereça para herborizarem quantidade suficiente de *Equisetum* destinado a futuras demonstrações.

Onde tal providência fôr impossível, convém utilizar-se das figuras e aproveitar o ensejo para familiarizar os alunos com os fósseis vegetais existentes nas coleções da Escola ou do Museu da localidade, sejam os mesmos relacionados com a espécie em estudo ou com outras Pteridófitas.

O cultivo do *Equisetum* é possível num lugar suficientemente úmido, transplantando-se parte do seu rizoma.

Exposição:

A designação *Rabo-de-Lagarto* ou *Cavalinha* aplica-se a tôdas as espécies do gênero *Equisetum*. Suas formas maiores encontram-se nos pantanais do Brasil tropical e subtropical. Na zona temperada, e raras vêzes nos Estados sulinos do nosso país, há espécies de tamanho menor e que crescem em terra mais ou menos sêca entre capim.

A estrutura do aparelho vegetativo é tão peculiar que se torna muito fácil reconhecer a planta (fig. 132).

Seu *caule* é um rizoma subterrâneo, articulado em nós sólidos e entrenós ocos. Cada entrenó tem forma algo afunilada (fig. 133).

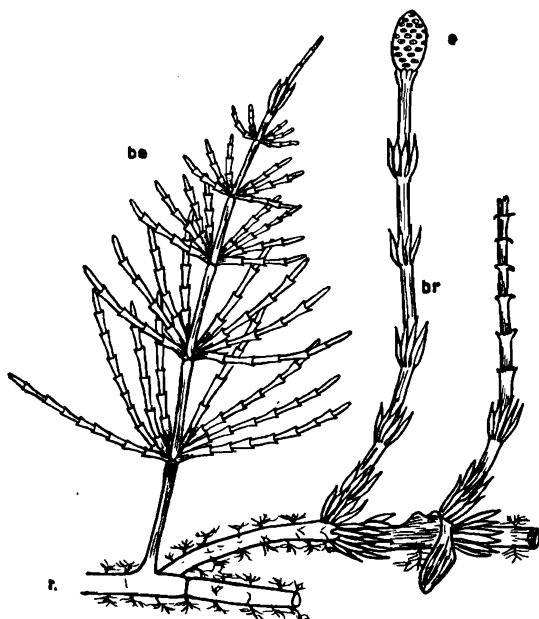


FIG. 132. *Equisetum arvense*. Esporófito adulto; à esquerda (b. e.) broto estéril; à direita (b. r.) broto reprodutor; e-espiga de folhas reprodutoras; r-rizoma (aprox. 1/5 do tamanho natural).

Na parte estreita fica o tecido do nó, e na extremidade oposta, existem algumas escamas triangulares, que correspondem a *fóllhas*. Um puxão fraco é suficiente para desarticular nós e entrenós sucessivos. Os pedaços resultantes terão a composição acima descrita e podem ser encaixados uns nos outros em simulacro perfeito do estado vivo, normal.

O rizoma desenvolve, para a terra, grande número de raízes adventícias e, para o ar, anualmente alguns brotos.

A estrutura destes *brotos* é igual à do rizoma. São articulados em nós sólidos e entrenós ocos. Seu tamanho varia com a espécie.

Em algumas atingem de 30 a 40 cm de altura com a grossura dum lápis fino, em outras, nas dos nossos pantanais, elevam-se à altura de vários metros e têm grossura dum dedo humano.

Os brotos duma mesma espécie podem ser todos iguais entre si ou apresentar dois tipos diferentes: férteis e estéreis.



FIG. 133. *Equisetum arvense*. Esquema do dois nós e entrenós; e-entrenós; n-nó.

Um *brôto estéril* (fig. 132 b. e.) é todo verde. Dos nós divergem verticilos de ramos cujo número iguala ao das escamas triangulares. Nascem das axilas desta da mesma maneira que os galhos de Espermatófitas de axilas foliares. Cada ramificação repete a estrutura geral do caule, isto é, possui nós sólidos e entrenós ocos, facilmente destacáveis.

Os *brotos reprodutores* (fig. 132 b. r.) não têm ramificações. Nascem verdes e tornam-se mais tarde, côr de palha. São encimados por uma espiga de fôlhas reprodutoras (11).

Nas espécies com um único tipo de brotos, todos têm estrutura igual ao estéril. As espigas de fôlhas reprodutoras nascem nas pontas das ramificações verticiladas.

Cada fôlha reprodutora, denominada esporófilo, (11) (fig. 134) tem a forma duma mesinha poligonal com pé central. Das margens pendem vários *esporângios* que se abrem por um poro apical.

Os *esporos* (fig. 135) caem através dêste poro no solo úmido, onde formam montículos mais ou menos compactos. Cada um possui núcleo haplóide, citoplasma, substâncias de reserva e uma membrana de várias camadas. Provém de uma divisão redutora, que ocorre no interior do esporângio.

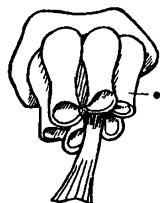


FIG. 134. *Equisetum arvense*. Fôlha reprodutora feminina isolada; e esporângio aberto.

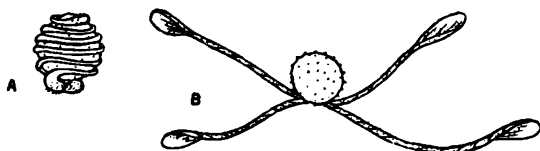


FIG. 135. Esporos de *Equisetum arvense*. A — com os elatérios enrolados; B — com os elatérios estendidos (Aprox. 100 x).

A camada externa da membrana dos esporos é composta de filamentos, denominados elatérios, do grego: *elatein* = ejacular. Êstes enrolam-se ou estendem-se de acôrdo com o grau de umidade do ambiente. Executam, assim, movimentos higroscópicos que resultam numa dispersão melhor dos esporos sôbre o solo. Parecem afastar-se uns dos outros como se caminhassem com pernas. Os esporos germinam no solo, dando prótalos.

Nos gametângios masculinos originam-se gametas ciliados (fig. 136). Sua estrutura é considerada primitiva, porque apresenta tôdas as partes duma célula normal: núcleo, citoplasma, substâncias de reserva e membrana, além dos cílios.

Quando há água suficiente, nadam para os gametângios femininos (7) e penetram no colo dêstes. O primeiro a chegar funde-se com o gameta feminino, situado no ventre do órgão feminino que, fecundado (diplóide), começa a crescer, produz um embrião e transforma-se paulatinamente em nova planta esporofítica de *Equisetum*, semelhante à descrita.



FIG. 136. Gameta masculino de *Equisetum arvense*. Cílios; ct-citoplasma; n-núcleo.

Os prótalos e os órgãos embrionários degeneram e morrem.

Afinidades:

Existem no mundo inteiro somente algumas dezenas de espécies recentes do gênero *Equisetum*. Como possuem estrutura muito esquisita e homogênea são reunidas na família monogenérica das *Equisetáceas*.

Há formas pequenas como o *Equisetum arvense* (fig. 132), dotado de brotos reprodutores e outros estéreis, que raras vezes excedem a 40 cm de altura.

Outras, como o *Equisetum pyramidale*, que existe no Rio Grande do Sul e S. Catarina, atinge a 2-3 m de altura.

O *Equisetum giganteum* dos pantanais de Mato Grosso tem brotos com 12 m de altura e 2 cm de diâmetro.

Lembram as espécies fósseis, que outrora povoavam a terra sob a forma de árvores majestosas, como os *Calamites* (fig. 137) do Cretáceo, cujos troncos, de respeitável grossura, se elevavam a uma altura de 20 a 30 m.

Exercícios:

Os trabalhos práticos resumem-se na análise morfológica da planta, especialmente da espiga e dos esporos. A espiga deve ser observada com a lupa e as folhas férteis destacadas por meio duma agulha de preparação.

Se existir material de esporos, convém observá-lo com a lupa e ao microscópio, em estado seco e umedecido, para exame dos elatérios e dos seus movimentos.

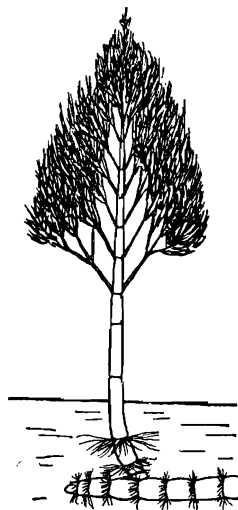


FIG. 137. Reconstrução de um fóssil do gênero *Calamites*.

UNIDADE 33

O LICOPÓDIO

(*Lycopodium clavatum*)

Material:

Como as diversas espécies do gênero *Lycopodium* são extremamente semelhantes entre si, podemos usar material de qualquer delas para a nossa aula. É essencial mostrar a planta, nem que seja com exemplares herborizados.

São encontradas entre capim, em lugares úmidos, entre a vegetação das nossas praias e, em alguns casos, como epífitas, na casca de árvores.

Não é difícil cultivá-las. Plantamos as epífitas em xaxim e as espécies terrestres em vasos de barro. Os jardineiros costumam vender espécies do gênero *Selaginella* para fins ornamentais. Em virtude da semelhança com o *Lycopodium*, poderá substituí-lo, ressalvadas as diferenças expostas adiante.

Exposição:

O *Licopódio* (fig. 138) é uma planta rastejante, que cresce em solo úmido.

Seu *caule* tem a grossura dum cordão fino e alcança vários metros de comprimento. Ramifica-se dicotômicamente, isto é, divide-se em duas partes mais ou menos iguais.

Emite finas raízes adventícias que têm aspecto de fios de linha branca.

Ao redor do caule, em disposição alternante, inserem-se inúmeras pequenas folhas triangulares, verdes. Tais folhas denominamos folhas nutridoras para distingui-las, das reprodutoras. São folhas no sentido comum da palavra.

O crescimento e a ramificação das pontas do caule servem para reproduzir vegetativamente e com eficiência a planta, de vez que as

partes mais velhas apodrecem, deixando as ramificações frontais livres e independentes. Qualquer pedaço comporta-se como uma planta nova.

Além disto, possuem um *ciclo evolutivo* normal, semelhante ao das samambaias, porém bastante ineficiente.

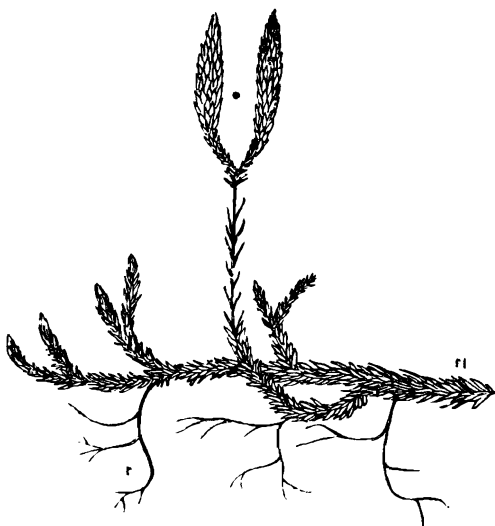


FIG. 138. *Lycopodium clavatum*. Parte de uma planta esporofítica; e-espigas de folhas reprodutoras; r-raízes adventícias; ri-rizoma com folhas. (1/3 tamanho natural).

Alguns galhos, ao invés de rastejarem sobre o solo, elevam-se. Suas duas extremidades engrossam um pouco e podem tornar-se côr de palha. Transformam-se em espigas de folhas reprodutoras (fig. 139 A).

A planta descrita é diplóide ou esporofítica. A divisão redutora ocorre durante a esporogênese. Em cada esporângio desenvolvem-se muitos *esporos* haplóides. Libertados por ruptura da parede do mesmo, caem ao solo. Mas sua germinação é muito demorada. Sòmente no decorrer de anos, quando as águas pluviais os arrastam para dentro do solo, às vêzes para vários metros de profundidade, originam pequenos prótalos.

Êstes *prótalos* (fig. 140) não podem nutrir-se por fotossíntese, devido à falta de luz. Vivem em simbiose com certos fungos, que se vêem obrigados a ceder-lhes substância orgânica e mineral necessária à sua subsistência (fig. 140 m e 141). O fungo ataca o prótalo, tentando parasitá-lo. Consegue penetrar em suas camadas externas, mas é subjugado e forçado a ceder suas reservas quando invade a

parte interna. Continuamente abastece o prótalo com substâncias extraídas dos arredores. Este tipo de simbiose é comum em muitas plantas dos matos. Recebe a denominação de *micorriza*.

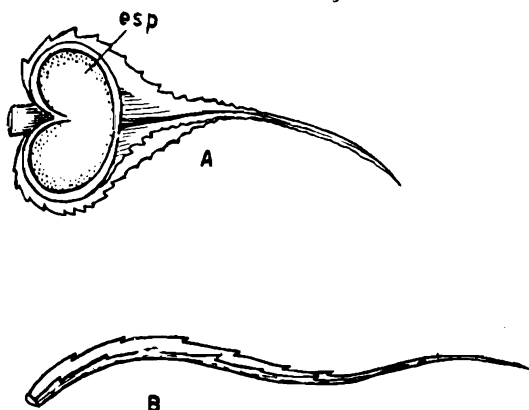


FIG. 139. *Lycopodium clavatum*. A — fôlha reprodutora; B — fôlha nutridora; esp.-esporângio (Aprox. 10 x).

Os prótalos desenvolvem gametângios dos dois sexos, que formam os respectivos gametas. Fecundação e desenvolvimento embrionário são iguais aos fenômenos correlatos das samambaias. Como isso ocorre bastante abaixo da superfície da terra, raras vêzes conseguem produzir um esporófito adulto.

Nas espécies epifíticas do gênero *Lycopodium* encontramos prótalos verdes ou quase verdes, semi-escondidos na casca das árvores hospedeiras. Nestes casos há probabilidade maior de eficiência nesse tipo de reprodução.

Afinidades:

A família das *Lycopodiáceas* compreende unicamente o gênero *Lycopodium*. Suas espécies variam entre si pela forma das respectivas espigas, pela estrutura e tamanho de suas fôlhas triangulares. Tôdas as Lycopodiáceas são *isosporadas*.

A família de maior afinidade, existente na flora recente, é a das *Selagineláceas*, igualmente monogenérica, isto é, composta pelas espécies de seu único gênero, *Selaginella*. As duas famílias são

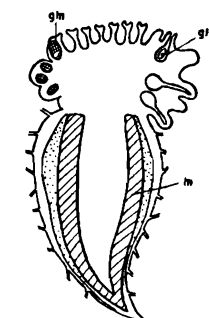


FIG. 140. *Lycopodium clavatum*. Seção longitudinal dum prótalo; gm-gametângio masculino; gf-gametângio feminino; m-zonas da micorriza (Aprox. 20 x).

reunidas no taxon *Selaginellales*.

As Selaginelas são freqüentemente cultivadas como folhagem ornamental. Na parte vegetativa diferem dos Lycopódios pela dis-

posição foliar. Nas Lycopodiáceas costuma ser alternante, e nas Selaginéláceas, oposta. De resto, são muito parecidas.

As Selaginéláceas são *heterosporadas*. Suas espigas possuem dois tipos diferentes de fôlhas reprodutoras: umas maiores e mais robustas, consideradas femininas (13), e outras menores, consideradas masculinas (17).

Em cada fôlha reprodutora feminina existe um único esporângio feminino, que produz quatro esporos considerados femininos, porque seus prótalos desenvolvem somente gametângios femininos. Como são ao mesmo tempo bastante maiores que os prótalos masculinos, portadores dos gametângios masculinos se lhes dá o nome de macroprótalos, e aos outros, o de microprótalos.

Também em cada fôlha reprodutora masculina há somente um único esporângio masculino. Este produz numerosos esporos pequenos, considerados masculinos. Germinando, dão prótalos masculinos.

Os esporos femininos têm tamanho aproximado duma quarta parte dum botão de alfinete fino, os masculinos são invisíveis a olho nu.

A *flora fóssil* de Lycopodiáceas, Selaginéláceas e formas afins é muito mais rica do que a recente. Consta de espécies semelhantes às atuais e de outras diferentes.

Citamos como exemplo os Lepidodendrons encontrados no Devoniano, Carboniano e Permiano e as Sigillarias tôdas elas árvores de grande porte (fig. 142).

É provável que sejam precursoras das Coníferas.

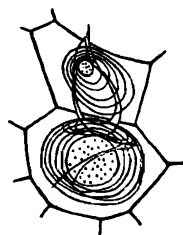


FIG. 141. *Lycopodium clavatum*. Células do prótalo com micorriza. Os fios do fungo estão enroscados ao redor dos núcleos.

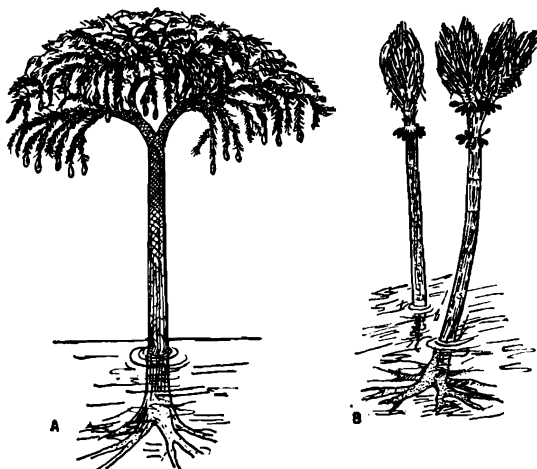


FIG. 142. Reconstruições de Lycopodiáceas fósseis. A --- *Lepidodendron*; B — *Sigillaria*.

Exercícios:

A análise das fôlhas deve ser feita com auxílio duma agulha e duma lupa. Fôlhas nutridoras e reprodutoras não podem ser observadas a olho nu, eficientemente. São demasiadamente pequenas.

Cada aluno deve dispor de material suficiente para poder comparar os dois tipos de fôlhas e desenhá-las.

Um exame mais exato dos esporângios e das minúcias da estrutura foliar requer uso do microscópio. Fervem-se as fôlhas rapidamente em cloral-hidratado, montando-se, em seguida, entre lâmina e lamínula com glicerina.

Muitas vezes é possível esmagar os esporângios com a lamínula e observar os esporos. Neste caso é comum encontrá-los em grupos de quatro, chamados *tétrades*. A formação das *tétrades* é ligada à divisão redutora, pois cada célula diplóide divide-se em duas haplóides, que costumam bipartir-se logo em seguida. Desta maneira resultam grupos de quatro esporos novos, as *tétrades*. Mais tarde separam-se uns dos outros, originando esporos isolados, maduros.

PRANCHA IX
SELAGINELLALES



1.



2.

1. *LYCOPodium CLAVATUM*
2. *SELAGINELLA SPEC.*

UNIDADE 34

O MUSGO MIMOSO

(*Polytrichum spec.*)

Material:

O Musgo Mimoso pode ser encontrado em grandes quantidades sôbre barrancos de caminhos ensombrados nas matas serranas. Pode ser conservado para a aula por simples secagem. Em contato com a água costuma recobrar o aspecto da planta viva, mesmo após um intervalo prolongado. É conveniente coletar plantas femininas, com e sem esporogônios, bem com outras masculinas, em quantidade suficiente para exame individual pelos alunos.

Onde fôr difícil obter o tipo indicado, pode ser substituído por espécies menores, desde que tenham esporogônios. Como são muito semelhantes entre si, não há problema sério para o professor em adaptar nosso texto a outro exemplo.

A preferência dada ao Musgo Mimoso prende-se ao seu tamanho maior, o que facilita a demonstração dos seus característicos.

Musgos pequenos existem em qualquer parte, provàvelmente até nos muros do próprio educandário. Nos mesmos lugares encontramos seu protonema.

Exposição:

As plantas verdes do Musgo Mimoso atingem de 5 a 10 cm de altura e formam tufo espessos nos lugares ensombrados e úmidos das nossas serras.

Apresentam um *caulóide* sem ramificações, rodeado na parte aérea por *filóides*, verdes, acanoados e triangulares e na parte subterrânea por numerosos *rizóides* incolores.

Caulóides, filóides e rizóides têm aspecto semelhante a pequenos caules, fôlhas e raízes verdadeiras. Diferem por uma estrutura anatômica mais simples. Faltam-lhes os vasos lenhosos, característicos para tais órgãos de plantas superiores. Além disso, são sempre

haplóides, parte do gametófito duma planta. Ao contrário dos caules, das fôlhas e das raízes pròpriamente ditas, que são compostas de células diplóides e, portanto, fazem parte do esporófito dum vegetal. (Comparar com as Samambaias.)

Nosso exemplo é um musgo dióico. Possui plantas gametofíticas masculinas e femininas que podem ser distinguidas macroscopicamente. Há também muitas espécies de musgos monóicos, alguns com caulóides ramificados.

As *plantas masculinas* (fig. 143 B) dispõem os filóides na extremidade do caulóide sob forma duma estrêla, às vêzes avermelhada.

Entre êstes, presos à epiderme do caulóide, encontram-se numerosos órgãos claviformes, os gametângios masculinos (4) (fig. 144 B). Nestes formam-se gametas masculinos (5), dotados de flagelos, sendo cada um composto dum núcleo haplóide alongado, levemente curvado, duma vesícula terminal com substâncias de reserva e de dois flagelos de inserção apical (fig. 145).

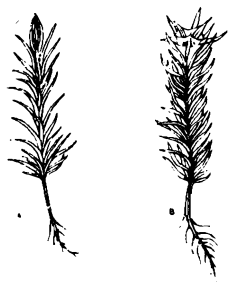


FIG. 143. Musgo Mimoso. A — planta feminina; B — planta masculina (Aprox. tamanho natural).

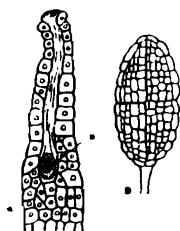


FIG. 144. Musgo Mimoso. A — gametângio feminino aberto; o-gameta feminino; B — gametângio masculino (400 x).

Os filóides da extremidade dum *gametófito feminino* (fig. 143 A) formam um feixe acuminado. Entre êstes encontram-se os gametângios femininos (7), (fig. 144 A). Têm estrutura semelhante aos das Filicíneas, das Equisetáceas e das Lycopodiáceas. No entanto, seus colos são bastante mais compridos. Como naqueles, contêm um gameta feminino (22) no fundo do ventre.

Para fecundá-lo é necessário que os gametas masculinos atravessem a nado o longo caminho de seu gametângio na ponta dum pé masculino até o interior do gametângio feminino, situado na ponta dum pé feminino. Em dias de chuva acumula-se tanta água nos espaços capilares entre os filóides e caulóides dum tufo de Musgo que a travessia se torna possível. A vesícula com substâncias de reserva fornece a energia necessária (respiração celular = combus-

tão lenta da substância orgânica com objetivo de libertação de energia para as funções da vida).

O gameta feminino fecundado (diplóide) começa logo a crescer. Transforma-se paulatinamente em planta diplóide ou esporofítica. Em virtude da sua estrutura peculiar é denominada *esporogônio* (fig. 146).



FIG. 145. Musgo Mimoso. Gameta masculino (2 000 x).

O esporogônio é composto de pé ou haustório, seta e cápsula. Tem mais ou menos altura igual à planta gametofítica feminina, que o suporta. Sua cor, inicialmente verde, torna-se amarela ou parda com o envelhecimento.

O *pé* ou *haustório* é um órgão finíssimo que penetra o caulóide do gametófito, fixa nêlo o esporogônio e suga a seiva necessária para a vida dêste. O esporogônio é praticamente um parasita do gametófito.

A *seta* é uma finíssima haste, prolongamento do haustório, que carrega a *cápsula*. Esta desenvolve-se por engrossamento da extremidade da seta. Inicialmente é fina e ereta. Mais tarde, tornando-se volumosa, curva-se para baixo. Costuma ser coberta por uma *coifa*, também chamada *caliptra*, que é o colo do próprio gametângio feminino desmembrado do ventre e elevado pelo desenvolvimento do esporogônio (grego: *caliptra* = esconderijo; *esporogônio* = produtor de esporos).

A *cápsula* (fig. 147) é composta no mínimo duma urna, ligada à tampa por meio dum anel. No Musgo Mimoso é embasado numa pequena articulação verde, que contribui para a nutrição da urna. No interior da urna desenvolvem-se os esporos. A esporogênese começa sempre com uma divisão redutora. Cada célula-mãe, diplóide, transforma-se em quatro esporos haplóides. Durante seu amadurecimento, seca o anel da cápsula e ao rebentar, desliga a tampa. A abertura da urna, agora descoberta, é rodeada por dentes membranáceos triangulares que formam o *peristômio*. Êste, funcionando da mesma maneira que os poros numa tampa dum saleiro de mesa, evita a aglomeração dos esporos. A cápsula bamboleia com seu pêso na haste flexível da seta, e com qualquer trepidação dissemina-os em fina camada no solo.

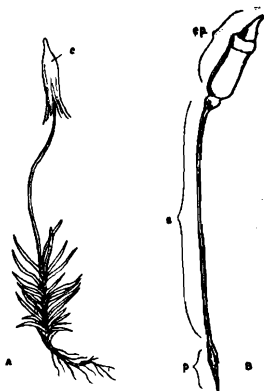


FIG. 146. Musgo Mimoso A — planta feminina com esporogônio, cuja cápsula está coberta pela caliptra; B — esporogônio arrancado; c — caliptra; cp — cápsula; p — pé ou haustório; s — seta.

Aí, germinam e formam uma densa rêde de finíssimos fios verdes, muito ramificados, que lembram certas algas. Chamam-se *pro-*

tonemas (fig. 148). Algumas ramificações dêstes, ao invés de rastejarem sôbre o substrato, elevam-se e transformam-se nas plantas gametofíticas de ambos os sexos, já descritas. Constituídos os gametófitos, desaparece o protonema. Como cada ramificação dêste pode dar origem a uma planta, compreendemos que produz muitos indivíduos. Cada tufo de musgo corresponde ao produto do desenvolvimento dum protonema, (grego: *proto-nema* = fio preliminar).

Afinidades:

O Musgo Mimoso é uma das maiores espécies do grande grupo dos *Musgos foliosos*. Na maioria são pequenas. Há formas cujos esporogônios medem poucos milímetros e outros, de vários centímetros. Os caulóides podem ser ramificados ou não. Os filóides são formados por uma ou várias camadas de células. Algumas espécies são monóicas, outras dióicas. O ciclo evolutivo corresponde sempre ao tipo acima descrito.

Como grupo apresentam extraordinária plasticidade adaptativa. Há espécies que vivem na água doce. Outras existem nos pântanos. O nosso Musgo Mimoso cresce na sombra dos matos. Ainda outras, em geral bem pequenas, conseguem desenvolver-se em rochas nuas e estéreis, expostas ao sol.

Parece que as células possuem um citoplasma muito resistente à secagem. É capaz de sobreviver em estado de vida latente ou quase latente, com falta de água durante muito tempo. Além disso, costumam enrolar seus filóides, para diminuir a superfície relativa, e com isso, a perda de água.

Tem acontecido que exemplares herborizados durante meses ou anos recomeçaram seu crescimento após umedecimento.

Com exceção dos Musgos do gênero *Sphagnum*, que cresce nos pântanos, têm pouca ou nenhuma utilidade prática.

O *Sphagnum* é industrializado sob o nome de *turfa* e usado na agricultura, jardinagem, criação de gado, especialmente cavalos de corrida, medicina, fabricação de materiais plásticos e como combustível. Seus filóides têm a capacidade de absorver e reter água até vinte vezes o seu próprio pêso. Além disto, possuem qualidades bac-

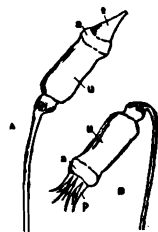


FIG. 147. Musgo Mimoso. Cápula do esporogônio. A — cápsula fechada; B — cápsula aberta, virada para baixo, mostrando o peristômio; a — anel; p — peristômio; u — urna; t — tampa.



FIG. 148. Musgo Mimoso. Pedaco de protonema com duas plantas novas (Aprox. 10 x).

terioestáticas, que evitam seu próprio apodrecimento, bem como o de objetos e corpos orgânicos afundados na sua massa.

Na Europa, há extensos pantanais de turfa, nos quais foram encontrados cadáveres humanos de mais de dois mil anos, bem conservados; certamente uma bela contribuição aos conhecimentos da vida pré-histórica e histórica de muitas regiões.

Exercícios:

Recomendamos a análise macroscópica bem minuciosa dum musgo e de seu esporogônio. O último pode ser arrancado com os dedos, ficando então visível seu pé ou haustório.

A seguir examina-se a cápsula com lupa e microscópio, tanto inteira, como dilacerada por meio de agulhas de preparação. Chamamos a atenção especial para o anel e o peristômio. Ambos são perfeitamente visíveis com uma lupa manual, com cerca de 6 a 8 aumentos. No entanto, a estrutura dos dentes do peristômio se torna mais clara na observação microscópica. Montamos o material em água ou em glicerina; neste caso, após prévio tratamento com cloral-hidratado a quente.

Esporos e tétrades de esporos podem ser retirados de cápsulas esmagadas.

O protonema deve ser observado na própria natureza, e sempre que possível ao microscópio. Partes dêle são levantadas por meio duma agulha e montadas em água, entre lâmina e lamínula. Mesmo quando não possuem plantinhas em evolução, podem ser distinguidos de talos de algas terrestres como a *Vaucheria*, (Comparar com a Unidade 37) pela presença de septos transversais nos seus fios.

PRANCHA X
MUSCI FOLIOSI



1.



2.

1. *POLYTRICHUM*, PLANTAS FEMININAS COM ESPOROGÔNIOS.
AS CÁPSULAS COBERTAS PELA CALIPTRA.
2. *POLYTRICHUM*, PLANTAS GAMETOFÍTICAS MASCULINAS.

UNIDADE 35

A HEPÁTICA

(*Reboulia hemisphaerica*)

Material:

Hepáticas idênticas ao nosso exemplo, ou pelo menos de estrutura semelhante, podem ser encontradas em paredões úmidos, ensombrados, em partes queimadas dos pantanais de turfa, na margem de fontes, cascatas e outras águas e em cascas de árvores.

Nem sempre é fácil encontrá-las. A obtenção do material necessário depende de sorte e perseverança. Apesar disto, julgamos indispensável, que cada aluno receba pelo menos um *talo*, para observação pessoal.

Para garantir esta possibilidade aconselhamos aos professores, que não conhecem um lugar certo para coleta, fazer oportunamente conservas dêsses vegetais.

Para tanto, basta guardá-los numa mistura, em partes iguais, de glicerina e álcool retificado.

Desejando obter resultados mais perfeitos, inclusive para fazer bons cortes, sugerimos uma fixação prévia no *Líquido de Bouin*, cuja fórmula é a que segue:

Ácido pícrico, em solução aquosa saturada	15 cm ³
Formalina (aldeído. fórmico comercial a 40%)	5 cm ³
Ácido acético	1 cm ³

As três substâncias devem ser misturadas pouco antes de seu uso. Tratamos os talos com o fixador de 12 a 24 horas, até obtermos penetração perfeita, o que se verifica pela transparência obtida. Depois lava-se duas ou três vezes com álcool retificado a 70%, que também pode servir como meio de preservação definitiva. No entanto, conservados desta maneira os talos perdem a côr verde original.

Exposição:

Reboulia hemisphaerica (fig. 151) é uma *Hepática*, cujo aparelho vegetativo tem forma dum pequeno *talo*, dicoitômicamente ra-

mificado, achatado e verde-claro. Em geral, tem mais ou menos 10 a 20 mm de comprimento por 5 mm de largura. Pode alcançar tamanhos algo maiores. Cresce sobre a terra de barrancos úmidos e sombrios.

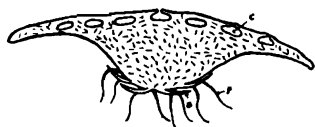


FIG. 149. *Reboulia hemisphaerica*. Corte transversal dum talo; c-câmara de assimilação; e-escama ventral; r-rizóide (ampliado).

A parte central do talo (fig. 149) é mais grossa que as margens. Sua superfície inferior é coberta de minúsculas escamas pardas. No permcio destas nascem *rizóides aclorofilados*, que fixam a planta no solo e absorvem a água e as poucas substâncias minerais necessárias à sua subsistência. A face superior, observada com lupa, mostra a presença dum fino

desenho reticular. Cada malha dêste corresponde a uma *câmara de assimilação*, cuja estrutura é revelada pelo microscópio num fino corte transversal do talo (fig. 150).

As *câmaras de assimilação* são espaços intercelulares, separados entre si e do exterior, por uma ou mais camadas de células. O ar atmosférico pode entrar e sair através dum poro apical, que recebe a denominação de estoma, apesar de ter uma estrutura diferente dos estomas verdadeiros, encontrados na epiderme de folhas e caules. No interior da câmara existem fios celulares bem clorofilados, parecidos com certas algas. Encontram aí um ambiente úmido e de boa iluminação, que lhes permite fotossintetizar quantidade suficiente de substância orgânica, para alimentar o talo inteiro.

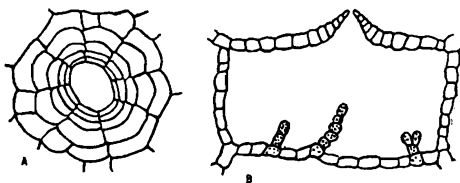


FIG. 150. *Reboulia hemisphaerica*. Câmara de assimilação. A — visto de cima; B — corte transversal (aprox. 100 x).

As câmaras de assimilação constituem, por assim dizer, pequenos aquários dentro do talo. As Hepáticas encontram-se entre as plantas terrestres mais primitivas, sendo consideradas passos iniciais na luta dos vegetais para conquistar a terra firme, de vez que se supõe tôda vida ter começado na água.

Nos meses da primavera começam a elevar-se do talo achatado da *Reboulia* duas excrescências muito peculiares (fig. 151).

Uma, de sexo feminino, inicia-se qual pequena esfera, na incisão frontal dum talo. Na sua face inferior ficam os gametângios femininos, que formarão o chapéu feminino (6). Êste consta de um talo redondo, lobado, sustentado por uma haste fininha, que pode alcançar 1 cm ou mais de altura.

Um pouco para trás, porém bem perto, eleva-se uma pequeníssima almofada, na qual se encontram os gametângios masculinos, submersos em covas epidérmicas (3), que, depois de vazios, degeneram.

Durante o desenvolvimento, os gametas femininos, fecundados, situados no ventre dos respectivos gametângios, em baixo dos lóbulos do chapéu, transformam-se em esporogônios.

Os esporogônios (fig. 152) da *Reboulia* são muito pequenos. Virando um chapéu e observando atentamente com uma lupa, apresentam-se qual pequenas esferas pretas. Como no Musgo Mimoso, são compostos de pé, seta e cápsulas, porém em posição invertida. O mesmo ocorre com os próprios gametângios femininos. A seta é extremamente curta. Na cápsula formam-se muitos esporos haplóides, quatro a partir de cada célula-mãe diplóide. Entre os esporos encontram-se células alongadas com reforços espiralados, internos, de lignina, muito semelhantes a certos tipos de vasos lenhosos. De fato têm função de condução durante a esporogênese. No entanto, quando os esporos estão maduros, secam e as espirais de lignina, estendendo-se no momento da abertura da cápsula, agem como molas ejaculadoras, lançando os esporos a boa distância. Daí sua denominação técnica de elatérios.



FIG. 151. *Reboulia hemisphaerica*. A — talo com chapéus femininos e conjunto de gametângios masculinos. Na parte superior, novos, na fase da fecundação, em baixo, adultos; B — chapéu feminino, virado; cgm-conjunto de gametângios masculinos; c-cápsula de esporogônio; f-chapéu feminino; r-rizóide (ampliada)

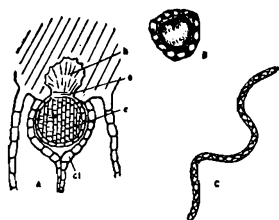


FIG. 152. *Reboulia hemisphaerica*. A — esporogônio, envolto pela parede do gametângio feminino, transformado em caliptra; B — esporo; C — elatérios; c-cápsula do esporogônio; cl-caliptra; h-haustório; s-seta (aprox. 400 x).

Os esporos germinam e formam primeiro um fio verde de poucas células, que começa paulatinamente a alargar a ponta, assumindo o tamanho e a forma do talo dicotômico adulto.

Não há formação dum protonema típico, como nos musgos.

O gametófito é representado pelos talos e esporos, e o esporófito, pelo minúsculo esporogônio.

Afinidades:

As Hepáticas formam um grupo sistêmico de muitas famílias, gêneros e espécies, cujo estudo constitui, como nos Musgos da Unidade anterior, uma interessante disciplina

de especialização científica. Limitamo-nos a chamar a atenção para algumas formas características, sem entrar nos problemas de sua classificação exata.

Distinguimos *Hepáticas talosas e foliosas*.

As *talosas* apresentam talos verdes, dicotômicos, de tamanhos diversos. Frequentemente encontramos espécies dos gêneros *Marchantia*, *Anthoceros* e *Riccia*.

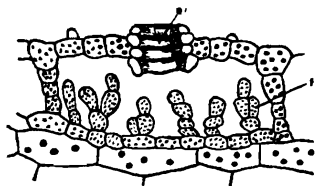


FIG. 153. *Marchantia polymorpha*. Corte através duma câmara de assimilação; e-estoma; f-filóide (aprox. 400 x).

O primeiro possui talos de 5 ou mais cm de comprimento, dotado de câmaras de assimilação (fig. 153) com estoma em forma de pequena chaminé. Seus chapéus masculinos e femininos atingem de 3 a 5 cm de altura e talvez 1 cm de diâmetro.

Anthoceros, com talos muito finos e verde-escuros, sem câmaras de assimilação é caracterizado por esporogônios em forma duma coluna fina que se eleva diretamente do talo. Vive sobre solo bem úmido em lugares bem sombrios, às vezes em árvores.

Riccia é uma pequena planta flutuante, com forma dum Y maiúsculo, sem câmaras de assimilação. Ocorre em fontes e olhos de água fresca. É muito usada como cobertura de aquários, desenvolvendo-se bem. Seus gametângios e esporogônios vivem totalmente imersos na superfície do talo. Há, também, espécies terrestres no gênero.

As formas de *Hepáticas foliosas* possuem filóides, caulóides e rizóides. Os filóides são de contornos e tamanhos muito variáveis. Sempre são compostos duma única camada de células. Sua estrutura constitui caráter muito importante para o reconhecimento das numerosas espécies. Podemos distingui-las dos Musgos foliosos, pequenos, pela falta duma plicadura mediana nos seus filóides. Nos Musgos, são formadas por uma ou várias camadas de células, sempre dotadas duma linha mediana (plicadura), que imita o aspecto duma nervura.

Exercícios:

O programa mínimo dos trabalhos práticos consta da observação individual, macroscópica e com lupa, de talos em diversas fases de desenvolvimento dos chapéus femininos e dos órgãos masculinos.

Arrancando os chapéus femininos e virando-os, aparecem os esporogônios como pequenos pontos escuros (fig. 151 B).

Podem ser retirados com a ponta duma agulha.

Transferindo-os para uma lâmina com água e rompendo a cápsula por leve pressão da laminula, permitem a verificação microscópica de esporos e elatérios, bem como a da existência de pé, seta e cápsula.

A verificação da estrutura das câmaras de assimilação é possível em cortes feitos com uma navalha. A preparação dos mesmos requer algum esforço, prática e paciência. Devem ser montados em água, entre lâmina e laminula, e examinados ao microscópio com 100 a 400 aumentos.

PRANCHA XI
HEPATICAE



A.



B.

A. *DUMORTIERA*, TALOS VEGETATIVOS E CHAPÉUS
FEMININOS COM ESPOROGÔNIOS.
B. *PLAGIOCHILA* COM ESPOROGÔNIOS.

UNIDADE 36

PLANTAS COM EMBRIÃO NÃO EM SEMENTES

(ARQUEGONIADAS)

Resumo:

Cabe aqui reler o que foi dito na Unidade 30, porque julgamos conveniente insistir no reconhecimento e na distinção das fases gametofíticas e esporofíticas de cada exemplo citado nas Unidades 31 a 35.

Na Avenca, no Rabo-de-Lagarto, no Lycopódio e nos demais exemplos dados nas Unidades 31 a 33, observamos um ciclo evolutivo, em que a planta verde, conhecida como tal, pelo leigo, representa o esporófito ou a diplófase. O gametófito ou haplófase consta dos esporos haplóides e dos prótalos por eles desenvolvidos.

A fase esporofítica é também considerada geração assexuada, por formar esporos; e a gametofítica, sexuada, porque é nela que se efetua a fecundação.

Nos diversos taxones existem variações relativas à diferenciação dos sexos e dos órgãos reprodutivos em ambas as fases.

No esporófito, temos formas, como a Avenca, cujas folhas tôdas semelhantes, são simultâneamente órgãos de reprodução e nutrição. Executam a fotossíntese e produzem esporos. No Rabo-de-Lagarto e no Lycopódio, bem como em algumas Filicíneas (ex. *Cipó-cabeludo*) há divisão de trabalho e correspondente diferenciação em dois tipos de folhas. Umas, situadas em qualquer parte do caule, permanecem verdes durante tôda a vida. São as folhas nutridoras (25). Outras, reunidas em espigas terminais, são especializadas para produção de esporos. São folhas reprodutoras (11). As formas supracitadas são isosporadas. No entanto, convém lembrar que dos esporos de *Equisetum* nascem dois tipos de prótalos com sexos diferentes. Esta diferenciação atinge aos próprios esporos nas Hidropteridíneas e Selagináceas, que possuem esporos femininos e masculinos. As últimas

chegam ao extremo de possuir espigas com fôlhas reprodutoras femininas e masculinas na mesma espiga.

Sabemos que os sacos embrionários das plantas com sementes nascem de células haplóides no interior do tecido diplóide dos óvulos. Têm gênese semelhante à dos esporos. Comparando retrospectivamente o ciclo evolutivo das Espermatófitas com o das formas mencionadas, chegamos à seguinte conclusão, quanto à homologia de seus órgãos e quanto à origem provável da flor:

Pteridófitas		Espermatófitas	
CORRESPONDE			
Esporos	{ esporo masculino (19)	grãos de pólen (às vezes com germinação iniciada e interrompida, três células).	
	{ esporo feminino (15)	esporo feminino (forma-se na nucela dos óvulos).	
Prótalo	{ prótalo masculino (20)	tubo polínico	
	{ prótalo feminino (16)	macroprótalo ou saco embrionário.	
Gametas	{ gameta masculino (10)	núcleo generativo, ou, nas Cicadáceas,	
	{ com flagelos	gameta masculino com flagelos.	
	{ gameta feminino (22)	nas Gimnospermas, situada no gametângio feminino. Nas Angiospermas, é parte do saco embrionário.	
Embrião		embrião	
Não existe		semente = óvulo com embrião	
Não existe		fruto = semente no ovário maduro.	

Nas Briófitas encontramos uma distribuição das gerações um pouco diferente. O que os leigos chamariam de “plantinha”, ou seja o talo verde da Hepática e do Musgo Mimoso, são seus gametófitos. Correspondem aos prótalos das Samambaias. Os esporogônios correspondem às “plantas” das Samambaias.

Considerando que os vegetais superiores descendem, com muita probabilidade, de algas aquáticas e que neste caso as Briófitas atuais são provavelmente semelhantes às primeiras formas de plantas terrestres pode-se interpretar a transferência da predominância do gametófito para o esporófito como sinal duma adaptação gradativa à vida em terra seca (fig. 154), de acôrdo com a teoria de Wettstein.

Nas Algas de côr verde, existentes na água doce, predomina por completo a fase haplóide. Reprodução assexuada e sexuada desenrolam-se em meio aquático. A fase diplóide (Veja a terceira parte dêste Manual) é representada por uma única célula, denominada zigoto, que pode existir durante algum tempo em ambiente seco.

Nas Briófitas continua a predominância do gametófito sobre o esporófito. O primeiro, apresenta adaptações à vida terrestre, co-

mo as câmaras de assimilação no talo da Reboulia e a extraordinária resistência dos filóides do Musgo Mimoso, que se enrolam durante os períodos de seca. O segundo, é ampliado para o complexo esporogônio. A reprodução sexuada necessita dum meio aquático para a fecundação; a assexuada, desenrola-se em ambiente terrestre.

Nas Samambaias encontramos o gametófito reduzido a prótalos muito pequenos e de duração vital muito inferior ao esporófito. Ainda necessitam de água livre para a fecundação.

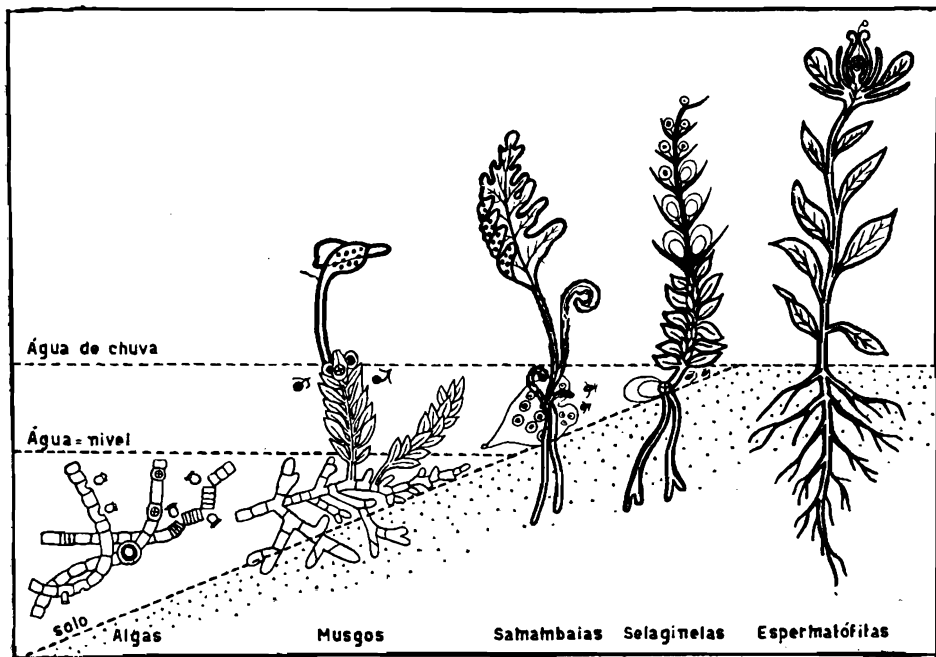


FIG. 154. Esquema ilustrativo da teoria de Wettstein. Os traços grossos designam a geração esporofítica, os traços finos, a gametofítica, de cada exemplo.

As flôres das Espermatófitas, cujos órgãos são todos diplóides, abrigam os prótalos haplóides no interior dos tecidos de suas folhas reprodutoras. Formam, por assim dizer, um aquário para os mesmos. A fecundação torna-se independente de líquidos estranhos ao esporófito. O problema da aproximação dos elementos masculinos e femininos é resolvido através duma inovação chamada polinização que, nesta interpretação, constitui o último passo para a conquista da terra firme pelos vegetais.

TERCEIRA PARTE

PLANTAS SEM EMBRIÃO

(TALÓFITAS)

APRESENTAÇÃO

As Talófitas compreendem os vegetais conhecidos por Algas, Fungos, Bactérias e Vírus. Não há dúvida que a conceituação dêste taxon encerra muito de arbitrário e artificial. No entanto, oferece, a nosso ver, tanta vantagem didática que resolvemos mantê-la com a ressalva mencionada.

O aparelho vegetativo das Talófitas é sempre um talo, desprovido de vasos lenhosos, tanto na fase gametofítica quanto na esporofítica. Nunca formam cormos legítimos.

Abandonamos daqui por diante a divisão das Unidades em itens, pressupondo que, nesta altura, professôres e alunos já tenham adquirido o hábito da objetivação máxima de todos os assuntos discutidos. As explicações necessárias à exemplificação prática farão parte dos textos explicativos.

Como a determinação das espécies de Talófitas requer meios complexos de laboratório e estudo bastante especializado, mencionamos doravante somente os nomes científicos dos gêneros, em geral, de identificação fácil.

UNIDADE 37

ALGAS

Tôdas as Algas são *vegetais autotróficos*. Nutrem-se pela fotossíntese. Seus plastos (9) contêm clorofila. Em muitos casos apresentam côr diferente: parda, vermelha, azulada, amarela, em virtude da presença de outros pigmentos, que encobrem a côr da clorofila.

Seus *talos* são uni ou pluricelulares, com formas muito variadas. Freqüentemente são fios simples ou ramificados.

Quase tôdas apresentam reprodução assexuada e sexuada, a última sempre por meio de órgãos específicos.

A reprodução sexuada pode ser por *isogamia* ou por *heterogamia*.

Falamos em isogamia, quando ambos os gametas apresentam estrutura igual. Neste caso, não é possível atribuir-lhes sexo feminino ou masculino.

Nas formas heterogâmicas, existem dois tipos de gametas, uns menores e móveis, considerados masculinos, e outros, maiores, normalmente sem locomoção própria, considerados femininos. As plantas produzem maior número de gametas masculinos do que femininos.

As células ou órgãos formadores de gametas são denominados gametângios.

Todos êstes fenômenos devem ser explicados em face de exemplos concretos, escolhidos entre os abaixo descritos, ou semelhantes.

A) NITELLA

Nitella e *Chara* são algas *Carófitas* ou Algas-em-candelabro, do grego *charo* = candelabro. Seu nome refere-se às ramificações verticiladas dos talos, que lembram um pouco os braços do objeto mencionado.

São de côr verde e alcançam várias decímetros de comprimento. Vivem na água doce ou salobra. São comuns nos olhos-d'água da costa arenosa do nosso país.

Seu talo (fig. 155) é articulado em entrenós, compostos de células multinucleadas, de vários centímetros de comprimento, e nós curtos, compostos de células pequenas uninucleadas. Nestes nós nascem ramificações verticiladas, que podem repetir a estrutura descrita. Os entrenós de *Nitella* são formados por uma única célula. Em *Chara* (fig. 156) a mesma é rodeada por uma casca de células, igualmente compridas com diâmetros menores. O talo é sempre prêso ao lodo por meio de rizóides aclorofilados.

Não possuem reprodução assexuada por células especiais. Como são muito frágeis, quebram-se facilmente em pequenos pedaços, cada um capaz de regenerar um talo completo. Desta maneira multiplicam-se rapidamente (multiplicação vegetativa). Também formam bulbilhos nos caulóides, e rizóides.

A reprodução sexuada é heterogâmica. Os gametângios (fig. 156) são ramificações e, como tais, situados nos nós.

O *feminino* geralmente esverdeado e dirigido para cima, contém um gameta feminino central, rodeado por uma casca de vários fios verdes, espiralados.

O *masculino* é uma bolinha avermelhada, que pende para baixo. No seu interior formam-se milhares de gametas masculinos biflagelados.

Os fios da casca do gametângio feminino lignificam após a fecundação. A célula resultante da união dos gametas chama-se zigoto. Todo o órgão desprende-se da planta e desce lentamente ao fundo. Pode permanecer em estado de vida latente durante algum tempo. Finalmente germina, produzindo uma pequena planta, com fios verdes, simples e sem ramificações, chamada proembrião. Dum nó do proembrião nasce o talo normal da planta adulta.

A primeira divisão nuclear, na germinação do zigoto, é redutora. Toda a planta é haplóide. Sòmente o zigoto é diplóide.



FIG. 155. *Nitella* spec. Talo duma Carófito (Aprox. tam. nat.).

B) *OEDOGONIUM* e *VAUCHERIA*

Ambas são *Clorofíceas* ou Algas Verdes propriamente ditas, (grego: *chloros* = verde; *phycos* = alga). São pluricelulares. Reproduzem-se assexuadamente por células dotadas de cílios, que recebem a denominação de *zoósporos*, e sexuadamente, por heterogamia. Há no mesmo taxon formas isogâmicas, algumas unicelulares.

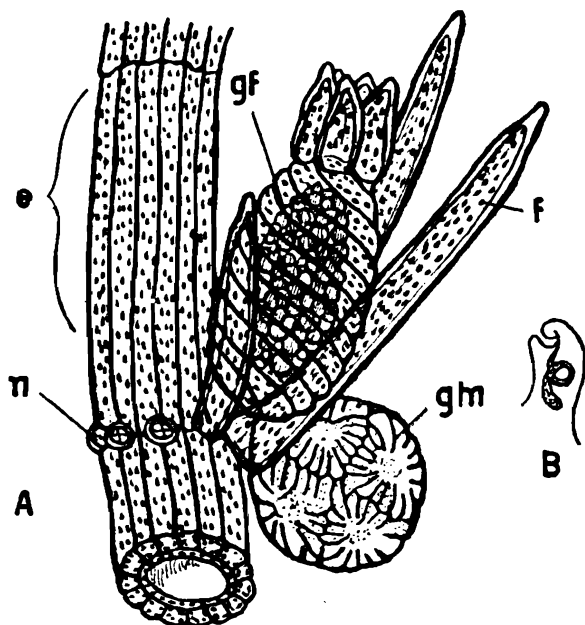


FIG. 156. A — Nó e entrenó do caulóide de *Chara*, com gametângios (Aprox. 400 x). B — Gameta masculino duma Carófito (1000 x); f-filóide; n-nó; gm-gametângio masculino; gf-gametângio feminino; e-entrenó.

OEDOgonium

Oedogonium vive em águas rasas, estagnadas e correntes, por exemplo em poços pluviais e pequenos regatos. Em geral é mais comum nos meses frios do que no verão.

Seu talo é pluricelular, composto de centenas de células cilíndricas, macroscópicas. Forma fios de vários centímetros de comprimento, presos por uma das extremidades numa pedrinha ou outro substrato sólido submerso (fig. 157 A).

Cada célula possui um núcleo haplóide, citoplasma e um cromatóforo verde, de forma cilíndrica. A membrana de celulose apresenta na extremidade de algumas células uma espécie de serrinha visível ao microscópio. É a característica mais simples para o reconhecimento do gênero.

Qualquer das células dum fio pode transformar seu conteúdo vivo numa célula ovóide, dotada duma roda de cílios frontais. O produto dessa transformação é um zoósporo; a célula produtora um zoosporângio (fig. 157 B e C).

O zoosporângio abre-se por meio duma fenda anelar, incompleta na sua membrana e deixa escapar o zoósporo para a água do ambiente. Ao forçar sua saída, dobra o zoosporângio como um joelho, fenômeno êste que originou o nome da planta (grego: *Oedogonium* = joelho inchado).

O zoósporo nada na água impulsionado pelas batidas dos cílios. se encontrar um substrato sólido, convenientemente iluminado, fixa-se no mesmo, perdendo os cílios. Logo em seguida começa a crescer por meio de sucessivas divisões celulares, originando nôvo fio de *Oedogonium* (fig. 157 A C D).

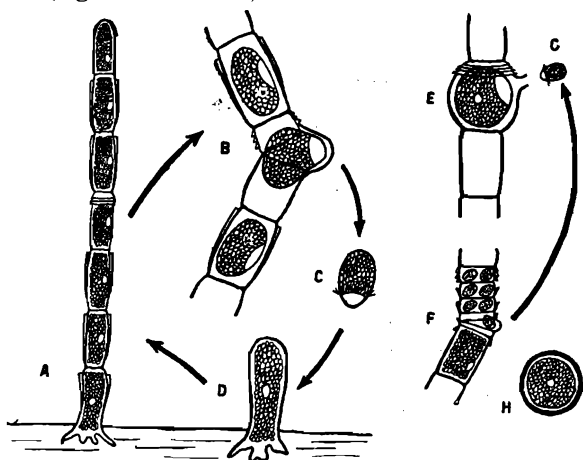


FIG. 157. *Oedogonium*. A — talo vegetativo; B — três células transformadas em zoosporângios; na do meio, liberação do zoósporo; C — zoósporo; D — zoósporo após fixação; E — gametângio feminino com gameta; F — gametângio masculino com gametas; G — gameta masculino; H — zigoto (Aprox. 200 x; as outras figuras aprox. 400 x).

Como cada uma das numerosas células pode produzir zoósporos, trata-se dum método de multiplicação muito eficiente e rápido. Prevalece enquanto as condições do ambiente forem boas.

A alga abandona êste método da *reprodução assexuada*, se houver superpopulação ou sêca incipiente ou se prevalecerem outros fatores adversos. Nestas condições, recorre à *reprodução sexuada*:

Algumas células aumentam seu tamanho. Envolve o conteúdo vivo com uma nova membrana e abrem um tubinho de entrada na membrana celular própria. O conteúdo celular, envolto por membrana nova, constitui o gameta feminino. A célula que a produziu, recebe a denominação de gametângio (fig. 157 E).

Outras células subdividem-se várias vezes tornando-se mais curtas do que as normais. Constituem os gametângios masculinos

(fig. 157 F). Cada célula dos mesmos transforma seu conteúdo em dois gametas (fig. 157 G), cuja estrutura e maneira de libertação são iguais às dos zoósporos. São de tamanhos menores.

Os gametas masculinos, atraídos por uma substância segregada pelos femininos, procuram nadar em direção aos gametângios femininos. O primeiro a chegar penetra e funde-se com o gameta feminino, fecundando-o.

Imediatamente após esta *fecundação* endurece a membrana, impedindo a penetração de outro gameta masculino. Em seguida, reforça sua membrana celulósica com uma nova camada externa, impermeável à água, enquanto seca. Nesta fase recebe a denominação de *zigoto* (fig. 157 H).

O zigoto diplóide, graças à sua forma esférica e à membrana de proteção, está capacitado a permanecer vivo em estado latente, durante algum tempo, em condições adversas, inclusive durante um período de seca temporária, completa. Circunstâncias semelhantes matariam os fios vegetativos e os zoósporos.

Caso as condições de vida forem boas, germina. Sua germinação começa por uma divisão redutora que é seguida por mitose normal. O conteúdo do zigoto transforma-se em quatro zoósporos haplóides.

Êstes, libertados pela geleificação das membranas do mesmo, nadam livremente na água até encontrarem um substrato sólido conveniente. Então, fixam-se nestes e originam novos fios de *Oedogonium*.

Todos os fenômenos descritos podem ser observados ao microscópio com material colhido na natureza e cultivado em placas-de-Petri com água da chuva. Desaconselhamos o uso de água da torneira. As Algas são, em geral, muito sensíveis a traços de metais e metalóides, especialmente ao cobre.

Os fios devem ser montados entre lâmina e lamínula numa gota de água. Convém utilizar pouco material e distribuí-lo bem, desemaranhando os filamentos com agulhas de preparação. Aumentos de 200 a 400 são indicados. O êxito do exame depende da perseverança, habilidade e um pouco da sorte do observador.

VAUCHERIA

Ao contrário do *Oedogonium*, que vive sempre na água, encontramos a *Vaucheria* em terra úmida ou em água estagnada, bastante rasa. Comumente existe em vasos de flôres e em viveiros bem irrigados. A ôlho nu, apresenta-se sob a forma duma finíssima cobertura verde e filamentosa, no solo.

Seu talo é composto por um sistema de tubos comunicantes muito ramificados, formados pela membrana celulósica. Contém citoplasma e numerosos núcleos haplóides e cloroplastos pequenos. Não apresenta septos transversais na parte vegetativa.

A presença de cloroplastos grandes na maioria das Talófitas aquáticas e de plastos pequenos, na maioria das plantas terrestres, parece estar relacionada com propriedades peculiares dos dois *habitats*.

Uma célula submersa, dispersa a luz. No seu interior reina luz difusa, bem aproveitada por um cromatóforo grande, que ocupa a parcela maior do seu lúmen. Uma célula de contornos redondos em ambiente aéreo comporta-se como uma lente convergente. No seu lúmen haverá zonas superiluminadas e outras convenientemente iluminadas, cujas localizações variam com a posição do sol nas diversas horas do dia. Cloroplastos pequenos, carregados pelo citoplasma, podem ser facilmente transferidos dos lugares perigosos para os vantajosos, o que seria impossível com os grandes plastos (fig. 158).

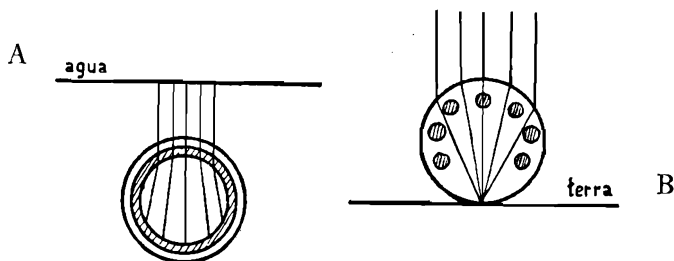


FIG. 158. Comportamento da luz nas células de Algas. A — corte transversal duma célula submersa de *Oedogonium*. Luz difusa na célula. B — corte transversal dum talo terrestre de *Vaucheria*. Luz convergente, cuja localização varia em faixa determinada com a posição do sol.

A *reprodução assexuada* da *Vaucheria* é muito parecida com a do exemplo anterior. Parte da extremidade dum fio isola-se do resto pela formação duma membrana transversal. Desta maneira constitui-se em *zoosporângio*, cujo conteúdo se transforma num *zoósporo* ovóide, multinucleado, com numerosos cloroplastos e coberto por uma membrana celulósica, dotada de muitos pares de flagelos (fig. 159 A e B). Quando há água suficiente, deixa o zoosporângio em procura dum lugar adequado para estabelecer nôvo talo adulto.

A *reprodução sexuada* é heterogâmica. Os gametângios de ambos os sexos (fig. 159 C) nascem próximos uns aos outros, em qualquer parte do talo. Um gameta masculino dotado de dois flagelos, fecunda o feminino, no gametângio. Resulta um *zigoto*, que pode permanecer em estado de vida latente durante bastante tempo, caso

as condições do ambiente sejam precárias à vida da espécie. Ao germinar passa por uma divisão redutora e começa a crescer, formando fios de *Vaucheria*. Não produz zoósporos.

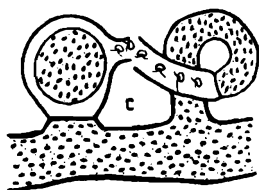
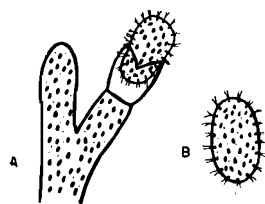


FIG. 159. *Vaucheria*. A — ramificação dum talo; à direita zoosporângio no momento da libertação do zoósporo. B — zoósporo; C — fecundação; à esquerda, o gametângio feminino com o gameta à direita gametângio masculino largando seus gametas.

A proximidade dos dois órgãos sexuais e a falta de zoósporos na germinação do zigoto são características que também podem ser interpretadas como adaptações ecológicas para uma vida em terra úmida, fora da água.

Talos de *Vaucheria* devem ser examinados ao microscópio, montados em água, entre lâmina e lamínula. Em geral apresentam tôdas as fases da reprodução sexuada e assexuada.

C) *SPIROGYRA*

Espirogira é uma alga muito comum em água doce e rasa. Forma longos feixes de fios simples, verdes, algo azulados, escorregadios, em virtude da mucilagem que os envolve. Seus talos não se prendem a um substrato, como faz o *Oedogonium*.

Os fios são compostos por centenas de células cilíndricas, cada uma dotada dum núcleo central, haplóide, de citoplasma e um ou, geralmente, vários plastos verdes, em forma de fitas, dispostas numa helicoidal (espiral tridimensional). A estrutura dos plastos deu origem ao nome do gênero. Giram em espiral. A membrana é celulósica e geleificada na face externa.

Não possui *reprodução assexuada* específica. A divisão mitótica das células aumenta o comprimento dos fios. Cada pedaço destes, desmembrado por um motivo qualquer, poderá regenerar nova alga.

A *reprodução sexuada* (fig. 160) é facilmente observada ao microscópio em material colhido na natureza:

Dois fios colocam-se em posição paralela. De suas células, emergem, em lugares correspondentes, pequenas saliências da membrana que progridem até se tocarem. Então fixam-se umas nas outras e transformam-se em tubos de ligação entre as células dos dois fios. O conteúdo duma célula passa para a outra através desse *tubo de copulação*, e fundindo seu núcleo haplóide com o da parceira, fecunda-a.

O conteúdo da célula fecundada transforma-se num zigoto com membrana dupla, como no *Oedogonium*. Entretanto, ao germinar, forma logo novo fio como na *Vaucheria*. Também seu núcleo diplóide passa inicialmente por divisão redutora.

Em virtude do fenômeno da conjugação dos fios celulares inclui-se a *Espirogira* no grupo das *Conjugadas*. São muito semelhantes à *Oedogonium* e *Vaucheria*, das quais diferem principalmente pela falta de zoósporos.

D) NAVÍCULA — ALGAS SILICOSAS OU DIATOMÁCEAS

Navícula e formas afins são algas unicelulares, caracterizadas por uma membrana muito resistente, composta de sílica, o que lhe confere propriedades semelhantes ao do vidro "Pyrex". Cada célula contém núcleo central, flanqueado por dois ou mais plastos e citoplasma. A cor dos plastos varia entre verde-amarelado, pardo e marrom.

A membrana silicosa é constituída de duas partes, superpostas como a tampa numa caixa-nha. É a essa estrutura da membrana que se refere o termo Diatomácea (grego: *diatomno* = cortar no meio). O nome Navícula provém da semelhança com um minúsculo navio (fig. 161).

Observada ao microscópio numa gota de água, coberta pela lamínula, manobra com agilidade em todas as direções, como se fôsse um pequeno submarino.

Uma conseqüência interessante da presença das membranas silicosas pode ser observada na sua reprodução.

A *reprodução assexuada* consta duma simples divisão mitótica, em cuja fase final se separam as duas valvas da membrana. Sempre será regenerada, em ambas as células resultantes, a valva interna, que está com toda sua superfície em contato com o citoplasma. As valvas silicosas não podem aumentar de tamanho. Não crescem. Assim, sempre resulta uma célula igual e outra menor que a célula mãe (fig. 161 C).

Ao chegar a um tamanho mínimo, recorre a Navícula ao processo da *reprodução sexuada*. Seu conteúdo celular transforma-se em dois gametas haplóides, que abandonam a membrana silicosa. Estes gametas são células nuas com movimentos amebóides. Fundem-se com



FIG. 160. Espirogira. Parte de dois fios conjugados. Nos dois pares superiores de células, formação dos tubos de copulação. No terceiro par, formação dum zigoto. Nas células inferiores, fecundação.

outras, procedentes duma célula vizinha, constituindo, assim, novas células diplóides. Estas crescem rapidamente até alcançarem seu tamanho máximo normal, e somente então segregam ao redor de si nova membrana silicosa.

As membranas silicosas podem ter formas as mais variadas, nos diversos gêneros. Costumam ser dotadas de finíssimos desenhos or-

namentais que tornam muito atrativo seu estudo microscópico. No caso da *Navícula* são risquinhos paralelos, normais à margem das valvas.

É fácil encontrar material vivo. Existe em profusão no limo das águas rasas e com frequência aderente às folhas das plantas nos aquários.

Apesar de quase onipresentes no meio aquático, adquirem as Diatomáceas sua importância biológica máxima nos Oceanos. Ali, junto com outras plantas autotróficas, constituem a parte mais valiosa do *plancton*. Este vive, levado pelas correntezas, na superfície imensa dos mares. Produz pela fotossíntese toda ou quase toda a maté-

ria nutritiva que alimenta os seres vivos heterotróficos, sejam grandes, sejam pequenos, seja direta ou indiretamente.

Chama-se *plancton* ao conjunto dos organismos aquáticos, cujo movimento próprio é mais lento que as correntes da água, de maneira que sua locomoção se torna realmente passiva. A vida autotrófica é limitada a profundidades ainda suficientemente bem iluminadas. Em geral restringe-se aos 10 m da superfície. Se a água fôr extraordinariamente clara e transparente pode-se tornar possível até 40 m. Comparando esta faixa estreita com a profundidade média de 3 000 m nos Oceanos, chega-se a perceber a importância quase inacreditável que a fotossíntese, de inúmeros planctontes minúsculos, tem para a vida marinha e talvez para a manutenção de todos os seres vivos do nosso planéta.

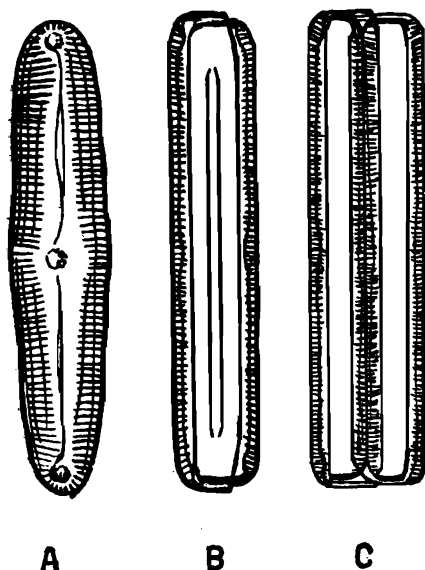


FIG. 161. *Navicula*. A — vista do lado da valva; B — vista do lado da cintura; C — divisão celular com regeneração das valvas internas (Aprox. 500 x).

E) *OSCILLATORIA* — *ALGAS AZUIS*

Como as Algas Silicosas, são também as Algas Azuis quase onipresentes no meio aquático. Existem na água doce, na água marinha e até nas águas minerotermais. Seu nome *Algas Azuis* ou cientificamente *Cianofíceas* (grego: *cyanós* = azul; *phycos* = alga) refere-se ao tom verde-azulado que apresentam na observação microscópica. Macroscopicamente costumam ter uma cor verde-escura, quase preta. Há formas uni e pluricelulares.

Oscillatoria (fig. 162) tem forma dum fio pluricelular, composto de muitas células cilíndricas, extremamente pequenas. Encontra-se com frequência, como componente predominante, no limo escuro das sarjetas e nos pequenos córregos de água rasa, bem como entre plantas dos aquários.

Sua reprodução parece restringir-se à simples divisão celular.

Executa movimentos oscilatórios como um pêndulo ou, às vezes, movimentos serpenteantes, lentos, porém bem visíveis ao microscópio.

Êstes movimentos resultam da contração rítmica das membranas laterais de tôdas as células, fenômeno êste incomum no reino vegetal.

Parece que, apesar de serem chamadas "Algas", possuem maior afinidade com as Bactérias do que com aquelas.

F) *Distribuição das Algas nos Oceanos.*

Pelos exemplos mencionados transmitiu-se somente uma idéia restrita da imensidade de modalidades de vida, representadas pelas Algas. As mesmas atingem nos oceanos o máximo de seu desenvolvimento. Já se falou da contribuição dos planctontes para a vida. Falta mencionar a vasta vegetação encontrada nas costas dos continentes, composta de formas macro e microscópicas, algumas tão grandes que rivalizam com as árvores de maior porte.

Esta vegetação de Algas, restringe-se às costas rochosas ou, pelo menos, à presença de substratos sólidos que lhes permitem uma fixação suficiente contra a força da rebentação.

Quanto à cor, distinguem-se Algas Verdes, Pardas e Vermelhas. Grosso modo, a divisão sistemática segue ao mesmo.

É interessante notar que as formas verdes prevalecem nas camadas da superfície, sendo seguidas por estratos pardos e vermelhos, sucessivos (fig. 163).

A sequência dos estratos verde, pardo e vermelho, corresponde



FIG. 162. *Oscillatoria*. Extremidade dum fio (Aprox. 500 x).

à absorção seletiva das cores espectrais complementares que ocorre quando a luz solar passa por camadas cada vez mais grossas de água. A distribuição e grossura das zonas de predominância das algas diferentes depende diretamente da transparência das águas no respectivo local.

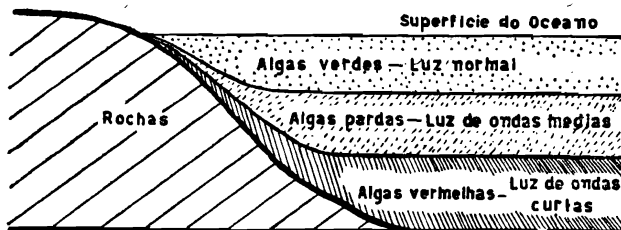


FIG. 163. Esquema demonstrativo das zonas de predominância das Algas Verdes, Pardas e Vermelhas, na costa marinha.

Entre as *Algas de Côr Verde* encontramos formas de tamanho médio, com 20 a 30 cm de comprimento. Têm estrutura filamentosa, de fita ou foliosa. Muito comum, mesmo nas partes arenosas da costa brasileira é a *Alface-do-mar* (*Ulva spp.*) que se apresenta semelhante a uma folha de Alface, às vezes muito grande, verde-clara, porém extremamente fina (fig. 164 A). Onde lhe faltam pedras, costuma prender-se em conchas e outros animais. Muitas vezes, ao arrancar uma destas folhinhas verdes da areia da praia, extraímos, prêso nela, um animalzinho, tatuíra ou conchinha, que aí estava escondido.

Os japoneses e outros povos asiáticos aproveitam a *Alface-do-mar* e outras espécies como verduras, ricas em sais minerais e vitaminas. Preparam-nas de maneira a torná-las alimento agradável e saboroso.

As *Algas Pardas* têm comumente tamanho e aspecto de arbustinhos muito ramificados de cerca de 1/2 m de altura. Algumas alcançam vários metros de comprimento. As espécies maiores, existentes no Mar Chinês, chegam a ter 300 m de comprimento. São verdadeiros gigantes.

Uma das espécies mais comuns das nossas costas é o *Sargaço* (fig. 164 B), que se desenvolve de maneira extraordinária no célebre “Mar de Sargaço”.

Na França e em outros países, em cujas costas abundam algas pardas, são usadas para extração industrial de iôdo, algina e para fabricação de adubos.

As *Algas Vermelhas* compreendem as formas mais delicadas e mimosas da vegetação marinha. Formam tufos, ricamente ramificados, de 5 a 30 cm de diâmetro, que constituem o adorno de aquá-

rios. De algumas espécies, como o *Gelidium* (fig. 164 C) é extraída uma substância mucilaginosa, muito usada como substrato de cultura para fungos, bactérias, etc., e conhecido pelo nome de ágar-ágar.

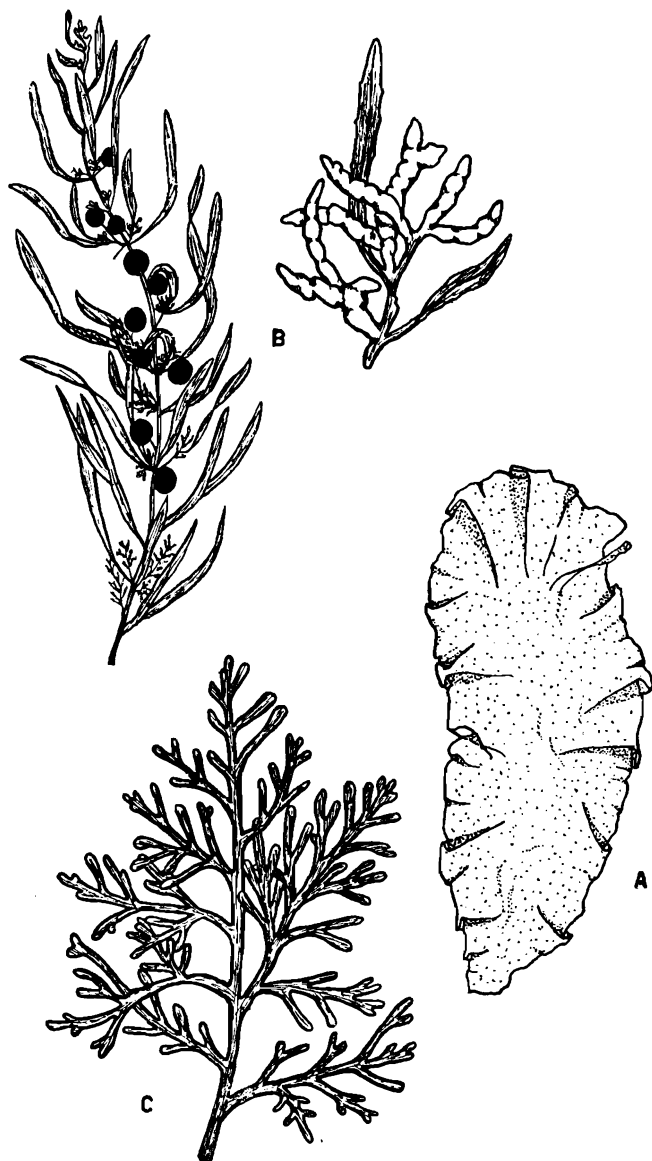


FIG. 164. Algas marinhas: A — *Ulva* (Clorofíceas); B — *Sargassum* (Feofíceas); C — *Gelidium* (Rodofíceas. Todas as figuras diminuídas.

UNIDADE 38

FUNGOS

Ao contrário das Algas, todos os Fungos são heterotróficos, ora saprófitas, ora parasitas. São conhecidos, pelos nomes de bolores ou mofos e cogumelos (Chapéu-de-Cobra). Muitas formas vivem na água, outras em substratos sólidos ou na própria terra. Independem da luz. Um alto grau de umidade e temperaturas ao redor de 30°C são condições ótimas para o seu desenvolvimento.

O talo dos fungos conhecido por *micélio* é formado por fios celulares ramificados, denominados *hifas*. Num substrato homogêneo tem contornos bem circulares.

A reprodução das formas aquáticas é semelhante à das Algas. Têm zoósporos. As terrestres produzem esporos. Seus gametas são reduzidos a núcleos.

A) *SAPROLEGNIA* — *Bolor aquático*.

A Saprolegnia é um bolor que vive em substâncias orgânicas flutuantes na água. Algumas espécies são capazes de parasitar as caudas e barbatanas de peixes. Podem produzir prejuízos graves à piscicultura, pois chegam a matar os alevinos.

Conseguem-se culturas de Saprolegnia e outros bolores aquáticos, colocando algumas larvas de formigas em placas-de-Petri com água. Após poucos dias serão cobertos por finos filamentos esbranquiçados.

Caso se tratar de nosso exemplo, apresentará hifas multinucleadas sem septos transversais, exceto quando delimitam os órgãos de reprodução. O micélio será semelhante a um talo de Vaucheria, substituído de cloroplastos.

A Saprolegnia reproduz-se assexuadamente por zoósporos, originados em zoosporângios, que são extremidades duma hifa qualquer, separados do resto do micélio por meio duma membrana transversal, e que transformaram seu conteúdo em tantos zoósporos quantos núcleos contiveram (fig. 165).

O *habitat* normal do nosso bolor é água rasa, sujeita a freqüentes sêcas curtas, como nos esgotos duma cozinha, não canalizada. É interessante a adaptação dos zoósporos a tal ambiente:

Os zoósporos que saem do zoosporângio possuem núcleo, citoplasma, substâncias de reserva, membrana e dois flagelos apicais (fig. 165 zo. 1). Se forem surpreendidos pela falta de água, antes de terem alcançado um substrato nutritivo, podem encistar-se, formando cistos redondos em flagelos, chamados esporos (fig. 165 esp.). Ao retornar à água, voltam à estrutura de zoósporo, emitindo dois flagelos laterais, que lhes dão nova oportunidade para encontrar um espaço vital conveniente, onde se fixam e desenvolvem novos micélios (fig. 165 zo. 2).

A vitalidade dos zoósporos e dos micélios é condicionada às reservas de substâncias orgânicas e de água. Não podem sobreviver períodos maiores sem estes elementos.

Para preservar a espécie durante tais épocas adversas de duração superior a horas ou dias, serve a *reprodução sexuada*, que é heterogâmica:

Em qualquer parte do micélio, próximos uns aos outros, crescem gametângios de ambos os sexos, semelhantes aos da *Vaucheria* (fig. 166). Os gametângios femininos contêm vários gametas. Os masculinos não formam gametas móveis. Seus núcleos, denominados *núcleos generativos*, constituem os próprios gametas masculinos. São levados pelo citoplasma para o interior dos gametas femininos através de finíssimos canais de fecundação, desenvolvidos pelos gametângios masculinos.

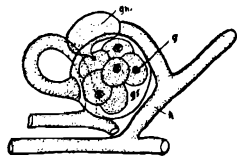


FIG. 166. Bolor aquático (*Saprolegnia*) — Fecundação: gm-gametângio masculino; h-hifa; gf-gametângio feminino com seus gametas (400 x aprox.).

Os gametas femininos fecundados (diplóides) revestem-se duma membrana impermeável e são capazes de sobreviver em estado de vida latente na adversidade. Denominamo-las *zigotos*.

Se um zigoto cair na água, na proximidade duma substância orgânica, germina. O fenômeno começa por uma divisão redutora do núcleo e termina com o estabelecimento de novo micélio do bolor. Imediatamente após, por formação rápida de zoósporos, tomam conta de todo o espaço vital encontrado.

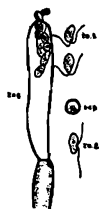


FIG. 165. Bolor aquático (*Saprolegnia*) — extremidade duma hifa, transformada em zoosporângio; esp-esporo; zog-zoosporângio, no momento da libertação dos zoósporos; zo.1-esporo do primeiro tipo; zo.2-zoósporo do segundo tipo (400 x aprox.).

B) *MUCOR* — Bolor do Pão.

Como o nome indica, é encontrado no pão mofado. Seus micé-

lios têm contornos circulares, que aparecem qual pequenas manchas esbranquiçadas em pão velho e úmido, principalmente quando guardado por baixo duma campânula de vidro. Seus diâmetros aumentam até que confluem numa cobertura bolorenta completa do substrato. Transportado para estêrco fresco de cavalo, vegeta rapidamente e desenvolve esporângio e zigotos. Para observação, deve ser cultivado sempre sob uma campânula de vidro.

Os *esporângios* (fig. 167 E e F), órgãos de *reprodução assexuada*, têm forma duma pequena bola, mal visível com lupa. Ficam na extremidade duma hifa, que se destaca do resto do micélio rastejante, elevando-se para o ar. Contém inúmeros *esporos* redondos. Estes, quando maduros, são lançados por explosão do esporângio a distância considerável. Cada esporo origina novo micélio.

Os *zigotos* (fig. 167 A até D) são produtos da *reprodução sexuada*. Como nos casos anteriores, têm função de preservar a vida da espécie durante períodos de adversidade. Originam-se pela fusão dos núcleos de dois *gametângios*, situados nas extremidades de duas hifas. Os dois gametângios conjugam-se e ligam-se de maneira semelhante à observada na *Espirogira*. Como naquela, há dissolução da membrana separadora, para tornar possível a fecundação.

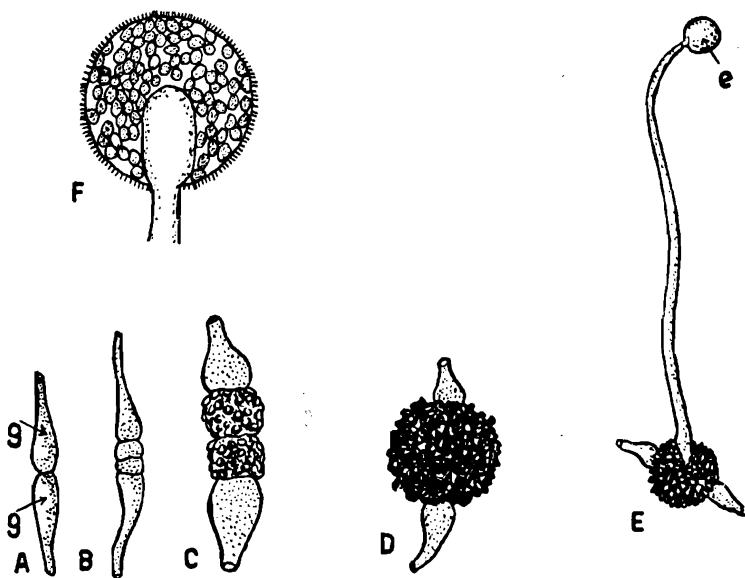


FIG. 167. Bolor do Pão (*Mucor*). A — extremidade de hifas em conjugação. B — após separação dos gametângios. C — início da formação do zigoto. D — zigoto. E — zigoto germinado com hifa terminado por esporângio. F — esporângio maduro com esporos; e-esporângio; g-gametângio (400 x aprox.).

O zigoto germina com divisão redutora, seguida pela emissão duma hifa, não ramificada, coroada por um esporângio (fig. 167 E).

A observação de tôdas as fases descritas requer o uso de microscópio.

C) *PENICILLIUM* — *Bolor de Pincel*.

Penicillium, cujo nome significa pincelzinho, pode ser encontrado facilmente em casca de laranjas podres e materiais semelhantes. Os micélios têm côr verde escura na espécie mais comum.

Reproduz-se muito rapidamente por meio de esporos dum tipo especial, denominados *conídios*.

Esporos comuns são formados no interior de esporângios. Conídios têm estrutura semelhante, mas originam-se por articulação externa das hifas.

Um conjunto de hifas produtoras de conídios constitui um *conidióforo*.

Os conidióforos de *Penicillium* (fig. 168 B) imitam um pincel pequeno, bem visível ao microscópio com aumento de 200 vezes e maiores. O bolor mais relacionado com o nosso exemplo, encontrado nos mesmos substratos, é o *Bolor-de-Regador* (*Aspergillus*) cujo conidióforo (fig. 168 A) tem forma duma esfera, da qual irradiam inúmeros raios de conídios.

Ambos os gêneros podem formar esporos duráveis (*ascósporos*) pela reprodução sexual.

Dos micélios de certas qualidades de *Penicillium* extrai-se a *penicilina*.

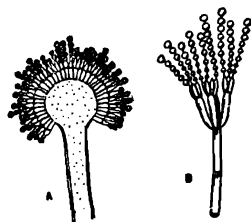


FIG. 168. Conidióforos. A — *Aspergillus*; B *Penicillium* (400 x aprox.).

D) *AGARICUS* — *Chapéu-de-Cobra*.

O povo chama *Chapéu-de-Cobra* aos *corpos frutíferos* de muitos fungos. Os mais característicos pertencem ao gênero *Agaricus* (fig. 169), encontrado nos pastos de gado vacum.

O micélio dêste fungo vive das substâncias orgânicas que se encontram no solo do pasto. Pode ter vários metros de diâmetro. Os corpos frutíferos ou cogumelos nascem na periferia do micélio e é por isto que freqüentemente estão localizados em círculos denominados *Anéis-de-bruxo* pela superstição popular. Os cogumelos desenvolvem-se no decorrer de 24 a 48 horas. Começam com pequenas bolas brancas que se transformam paulatinamente no conhecido

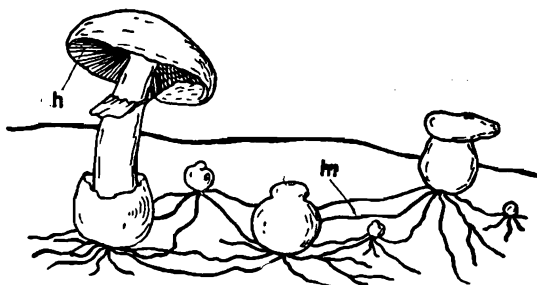


FIG. 169. Desenvolvimento do corpo frutífero dum Chapéu-de-Cobra (*Agaricus*); h-lamelas do himênio; m-micélio (Esquemático 1/3 tam. nat.).

chapéu com pé central. Por baixo do chapéu encontram-se inúmeras lamelas finas. São côr-de-rosa nas espécies comestíveis. Nestas lamelas realiza-se a reprodução sexuada do fungo, que termina com a formação de milhares de esporos haplóides, dotados de membranas impermeáveis e capazes de perdurar em estado de vida latente durante muito tempo. Êstes esporos, chamados *basidiósporos*, cobrem tôda a superfície das lamelas.

O conjunto destas lamelas recebe a denominação de *himênio*.

Em outros cogumelos pode ter estrutura diferente, não lamelar. Por exemplo, em *Polyporus*, que se desenvolve na madeira, é constituído por tubos fininhos, que formam uma camada porosa.

Aconselhamos examinar macroscopicamente e com lupa o maior número possível de corpos frutíferos de fungos diferentes, para transmitir conhecimentos objetivos sôbre a constituição do himênio. Sua estrutura é considerada de suma importância para a classificação dos mesmos.

E) *Importância biológica dos fungos. — Utilidades.*

Os fungos têm um papel muito relevante no ciclo das substâncias orgânicas e minerais da terra.

Em virtude da multiplicação rápida e do grande número de esporos são quase onipresentes. Onde quer que apareça um organismo vegetal ou animal morto, surge um esporo de fungo, capaz de atacá-lo para colaborar com os vermes e as bactérias na degradação de suas moléculas orgânicas.

A vida dos bolores constitui um dos elos indispensáveis na cadeia de reações que transformam as substâncias orgânicas nos seus componentes minerais. Estas, podem ser aproveitadas pelas raízes

das plantas autotróficas, para serem reconvertidas através da fotossíntese e fenômenos subsequentes.

Saprófitas e parasitas têm, neste sentido, a mesma utilidade biológica.

Além disso, devemos evitar considerar os parasitas biologicamente nocivos, somente porque causam danos a organismos apreciados pelos homens. Na natureza existe um complexo equilíbrio, cuja manutenção precisa da ajuda de quase todas as formas de seres vivos. Também lembramos aqui a utilidade da micorriza e a do consórcio entre Fungos e Algas, que, sob denominação de *Líquens*, será objeto de discussão da próxima Unidade.

Os corpos frutíferos maiores de muitos fungos são comestíveis, outros são venenosos e ainda outros, duros e pouco apetitosos. Os fungos comestíveis são muito nutritivos, ricos em sais minerais e vitaminas, com valor calórico semelhante ao da carne de vaca. Infelizmente não existe nenhuma reação, de execução simples, que permita distinguir entre espécies comestíveis e venenosas. Somente devem ser consumidos fungos coletados por bom conhecedor ou cultivados por estabelecimento idôneo e que se apresentem em perfeito estado de conservação, nem preteados, nem moles, nem velhos.

No entanto, cresce nas nossas pastagens um tipo de Chapéu-de-Cobra, cujo himênio é formado por lamelas rosadas, característico específico que exclui confusão com espécies tóxicas. Este pode ser aproveitado sem temor. Trata-se do protótipo do parágrafo anterior.

Certos micélios de bolores segregam substâncias, que inibem o desenvolvimento de determinadas bactérias e outros microrganismos. Servem de arma de defesa do fungo na sua luta pelo espaço vital.

Faz relativamente pouco tempo que os cientistas começaram a investigar intensivamente este fenômeno. Na procura de substâncias inibidoras do crescimento de bactérias patogênicas, ao mesmo tempo atóxicas para o organismo humano, foi Fleming o primeiro a ter sucesso.

Descobriu a *penicilina*, produto do micélio do bolor *Penicillium notatum*.

Iniciou-se com isto uma nova era na Medicina e pesquisa botânica, pois a penicilina foi o primeiro *antibiótico* conhecido, termo cunhado para a designação genérica de tais substâncias.

Sua descoberta foi seguida por intensos trabalhos que revelaram a existência da *estreptomicina*, *aureomicina*, *terramicina*, *cloromicetina* e de outros antibióticos isolados de fungos, muitos deles, hoje em dia, produzidos por processos sintéticos. É provável que o futuro traga novos conhecimentos nesse ramo em benefício da humanidade, através do incessante labor dos cientistas.



1



2



3

1. e 2. CULTURAS DE *PENICILLIUM* EM DIVERSAS FASES DE DESENVOLVIMENTO, MOSTRANDO OS CONTORNOS CIRCULARES DOS MICÉLIOS
3. CORPOS FRUTÍFEROS DE *POLYPORUS*, EMERGINDO DUM TRONCO DE ARVORE PARASITADO POR SEU MICÉLIO

UNIDADE 39

LIQUENS

Os Líquens são capazes de viver em pedras, nas cascas de árvores, nos muros e em qualquer lugar demasiadamente árido ou estéril para permitir o desenvolvimento de outras plantas autotróficas terrestres.

Seu *talo* costuma ser coriáceo e fino. Às vezes forma crostas completamente aderentes ao substrato. Em outros casos tem as margens livres, tornando-se semelhante à forma de folhas secas e, nos mais diferenciados, eleva-se ao ar com muitas ramificações irregulares, qual arbusto minúsculo sem folhas. A cor mais comum é a cinzenta-clara, variando com zonas escuras e, às vezes, com zonas de colorido vermelho, amarelo ou esverdeado.

Cada líquen é composto por duas espécies de vegetais: um fungo, do tipo dos Cogumelos-de-chapéu, e uma alga verde ou azul, unicelular. O talo do líquen, com sua estrutura toda peculiar, é o produto do consórcio simbiótico desses dois parceiros. É possível separar as duas espécies e cultivá-las em separado. Neste caso cada um toma sua própria forma específica e reverte aos seus processos normais de reprodução. Também já foram criados líquens artificiais, por assim dizer sintéticos, pelo cultivo simultâneo de espécies de algas e de fungos. O talo do líquen resultante mostra, neste caso, todas as particularidades dos líquens naturais, normalmente compostos pelas duas espécies respectivas. Mais estranho ainda é o fato de todos os líquens se reproduzirem e multiplicarem fielmente pela separação e desenvolvimento de partículas de seu talo, que contêm células de ambos os parceiros.

O talo (fig. 170) costuma ter quatro camadas distintas, que podem ser observadas ao microscópio, se montarmos uma seção transversal duma crosta de líquen numa gota de solução saturada de Sudan III em glicerina. O corante tem a propriedade de tingir de vermelho membranas suberizadas.

A camada superior do talo tem as propriedades da cortiça. Protege bem contra a perda de água por transpiração. É composta de

hifas do fungo com membranas avermelhadas devido à ação do Sudan III sôbre a suberina.

Segue-se outra com hifas normais que encerram as algas unicelulares.

A terceira é formada por hifas do fungo sem algas, e a quarta, tem estrutura semelhante à camada cortical superior.

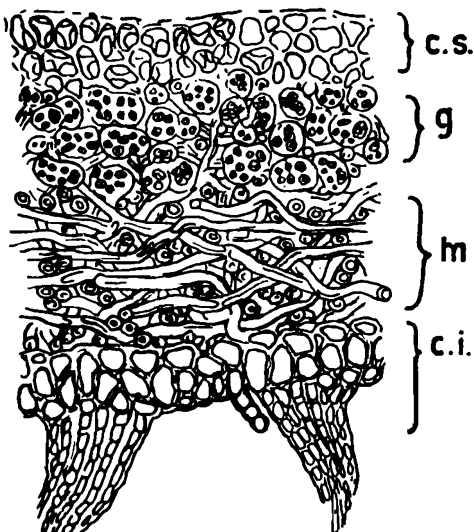


FIG. 170. Corte transversal dum talo de líquen; c.i.-camada cortical inferior; c.s. camada cortical superior; g-camada gonidial composta de hifas do fungo e células de alga; m-camada medular composta unicamente de hifas de fungos (Aprox. 400 x).

Vejamos qual a vantagem recíproca decorrente desta *simbiose*. Os fungos são heterótrofos, isto é, incapazes de sintetizarem substância orgânica; por isso, recebem-na da alga. Como podem produzir talos resistentes, revestidos de capas protetoras de cortiça e se prendem bem, mesmo em rochas duras, devido à faculdade de excretar substâncias que dissolvem a superfície dos minerais, fornecem às algas uma espécie de aquário artificial, bem adubado e suficientemente iluminado. Assim, êstes organismos aquáticos podem existir nas rochas secas. Torna-se possível que existam líquens em lugares inabitáveis para fungos, dependentes de nutrição orgânica estranha e igualmente inabitáveis para plantas autotróficas, que necessitam de terra para sua fixação e de aprovisionamento de água e sais minerais.

Disto decorre sua utilidade na fertilidade da terra.

Chuvas, ventos, inundações, forças tectônicas e a ação dos homens e dos animais destroem continuamente partes da cobertura fértil do globo terrestre, fazendo aflorar aqui e acolá rochas nuas e estéreis. As chuvas e os ventos impedem nestes lugares a acumulação de terra procedente da decomposição lenta do mineral, produto da ação das próprias forças meteóricas. Somente a cobertura de líquens é capaz de formar uma capa protetora que permita a deposição lenta duma camada de terra fértil. Uma vez iniciada, cresce com relativa rapidez, pois líquens pequenos são sucedidos por maiores. Seus talos, ao morrerem, produzem humo e, com isto, torna-se possível a existência de musgos, e mais tarde, de capins, etc., até que, no decorrer de séculos, se tenha formado uma crosta grossa de terra arável.

Cenários semelhantes ilustram os fenômenos aqui descritos. São encontrados em qualquer parte do nosso país.

Certos líquens têm utilidade direta para a humanidade. Nas regiões árticas da Noruega e Finlândia servem de pasto para as renas, que, por sua vez, sustentam as populações humanas. Outras espécies são consumidas como alimento pelos japoneses. É provável que a *Chuva de Maná*, relatada na Bíblia, se refira a talos dum líquen comestível com nome popular de *Líquen-do-Maná*, que existe na Ásia Menor. Algumas espécies americanas servem de base para preparação do *papel tornassol*, utilizado na química para distinguir soluções ácidas e alcalinas.

Nenhum destes usos tem a importância fundamental que deve ser atribuído ao papel restaurador da fertilidade da crosta terrestre, exercida pelos líquens.

UNIDADE 40

BACTÉRIAS

Para observar *Bactérias* vivas cômodamente e sem perigo, basta colocar uma gota de cultura de *bacilos acidófilos* entre lâmina e lamínula e usar o microscópio com mais ou menos 400 aumentos. Tais culturas podem ser obtidas em qualquer farmácia ou drogaria a baixo preço, em pequenas ampolas com diversas denominações comerciais, dadas pelos laboratórios produtores.

As bactérias (fig. 171) são minúsculas varinhas (bastonetes) muito pálidas e transparentes, em contínuo movimento. Têm 2 a 5 micra de comprimento. Com os instrumentos à nossa disposição, não é possível investigar sua estrutura interna. Olhando com paciência e concentração, nota-se que os indivíduos mais compridos se bipartem lentamente, mais ou menos de meia em meia hora, caso condicionarmos nossa cultura original em água açucarada. Tal *divisão direta* constitui a reprodução principal destes organismos. Podemos constatar a sua eficiência surpreendente ao calcular o número de bactérias, descendentes de uma única, no decorrer de 24 horas. São

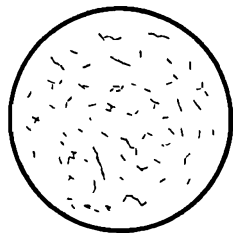


Fig. 171. *Bacillus acidophilus lacticus*
(Aprox. 500 x).

nada menos, que 2^{48} , número este calculável com a ajuda duma tábua de logaritmos.

A maioria das bactérias é capaz de formar *cistos de duração*, redondos, resistentes, que lhes permitem sobreviver em estado de vida latente durante épocas adversas e difíceis. Em estado de vida ativa, como no nosso preparado, não suportam o ressecamento, nem a elevação da temperatura além de 60 °C. Daí o valor da pasteurização, desinfecção mediante elevação da temperatura de 60 a 70 °C, que serve à preservação de muitos alimentos. Uma eliminação total da vida bacteriana, chamada *esterilização*, é importantíssima na técnica asséptica dos cirurgiões. Requer elevação da temperatura além de 100 °C. É realizada em autoclave, sob pressão.

As bactérias vivas são mal visíveis ao microscópio, em virtude

de sua transparência. Existem inúmeros métodos de coloração para superar tal dificuldade.

Um procedimento simples é o que segue. Distribui-se uma gôta da cultura bacteriana sobre lâmina desengordurada, secando-a com movimentos contínuos de vaivém sobre uma chama branda de gás ou álcool. O esfregaço seco deve ser endurecido com álcool retificado durante 1 minuto e depois tingido com uma solução aquosa a 2% de Violeta Genciana (também uma mina de lápis de cópia dissolvida em água pode servir) durante 2 minutos. A seguir é lavado com álcool. As bactérias aparecerão na lâmina seca qual delicadas linhas arroxeadas. Para lidar com os diversos líquidos é conveniente usar um conta-gôtas, de vidro e borracha, que pode ser obtido em qualquer farmácia.

As bactérias podem ter formas diferentes do nosso exemplo. Seu tamanho varia entre 0,5 e 5 micra. Muitas vezes são minúsculas bolinhas (*cocos*), ora solitárias, ora em agrupamentos lineares (*estreptococos*), ora em grupos irregulares (*estafilococos*), sempre reunidos numa massa gelatinosa segregada por suas próprias células, etc. As formas lineares ou *bastonetes* podem ser retas ou curvas, dotadas ou não de flagelos (fig. 172).

Para distinguir uma espécie de bactéria de outras, combinam-se vários métodos de diagnóstico, às vezes bem complexos. Observa-se forma, afinidade com diversos corantes, as ações e, reações entre as mesmas e o ambiente, como os sintomas duma doença, e reações específicas, como a de Wassermann, para o diagnóstico da sífilis.

As bactérias são praticamente onipresentes. Podem ser cultivadas em meios líquidos e sólidos. O meio mais prático e comum consta dum pudim de ágar-ágar (2 g de ágar-ágar dissolvido num litro de água quente) misturado com uma solução nutritiva adequada, p. ex., um decocto filtrado de 500 g de carne magra, picada, em 250 cm³ de água e que se mistura em banho-maria com o pudim de ágar-ágar na proporção de 3:5. A mistura é distribuída em tubos de ensaio e solidifica esfriando, após a necessária esterilização numa autoclave. A superfície do pudim é inseminada com material bacteriano por meio duma picada ou risco com uma agulha de platina (fig. 173). Esta deve ser esterilizada antes numa chama. Para obter uma superfície maior convém deixar esfriar os tubos de ensaio com o meio nutritivo, em posição inclinada.

A disciplina científica denominada Bacteriologia é relativamente nova. Data da era de Pasteur e Koch, seus grandes propugnadores.

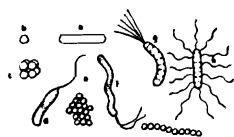


FIG. 172. Formas de bactérias: a-bastonete simples; b-coco; c-sarcina; d-vibrião; e-estafilococo; f-espirilo; g-espirilo lofótrico; h-bastonete peritrico; i-estreptococo (Esquematisados).

Apesar disto, é, hoje em dia, lugar-comum que determinadas bactérias causam doenças contagiosas, específicas.

Sabemos, p. ex., que as *febres tifóides* são causadas por bactérias flageladas do tipo bastonete (fig. 172 h). São transmitidas por via oral com alimentos sólidos e líquidos. A prevenção do contágio requer cuidados no uso de alimentos não fervidos, como frutas, saladas, leite, água. Estes devem ser evitados sempre que falte controle da procedência ou desinfecção adequada. Existem potes esterilizadores feitos de barro preto com sais de prata coloidal, muito úteis para proteção contra o terrível mal. Também as moscas devem ser combatidas, porque são capazes de transportar os germes para o nosso alimento.

Outro exemplo característico é o da *peste bubônica*, que é transmitida pelos ratos e outros roedores através da picada de suas pulgas. É evidente que o combate aos ratos e às pulgas constitui medida preventiva excelente contra esta doença.

Excederia de muito o espaço do presente Manual esboçar sequer os casos mais interessantes e importantes relacionados com a higiene e prevenção de doenças contagiosas. Limitamo-nos a chamar a atenção para os livros do autor americano Paul de Kruiff (*Caçadores de Micróbios* e outros), que num estilo interessante, transformando a ciência em novela dramática e cativante, tão bem divulga os fatos básicos.

Menos conhecida que os perigos e danos causados pelas bactérias patogênicas ao homem ou aos animais e vegetais é sua ação benéfica e indispensável para o bom desenvolvimento da vida na terra.

Na bôca, no estômago, nos intestinos dos homens e animais existe extensa flora bacteriana indispensável para uma digestão normal.

Nas raízes de muitas Leguminosas há bactérias que tornam possível a fixação do nitrogênio atmosférico e sua ulterior utilização pelas plantas superiores.

Muitas jazidas de ferro devem sua existência à ação bacteriana.

Outras espécies interferem no ciclo do enxôfre e do nitrogênio do solo.

E, finalmente, seria impossível a volta ao estado mineral, aproveitável para os vegetais, das substâncias orgânicas, acumuladas nos cadáveres, se não existisse a putrefação e deterioração por efeito das bactérias.

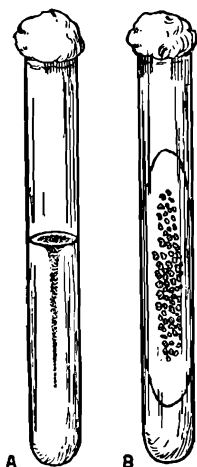


FIG. 173. Cultivo de bactérias em tubo de ensaio: A — tubo vertical, inseminação por picada de agulha de platina; B — tubo inclinado para aumento da superfície do meio de cultivo, repicagem por meio de risco de agulha.

UNIDADE 41

VÍRUS

Se as bactérias são caracterizadas pelo seu tamanho pequeno, mais ainda vale tal argumento para os organismos denominados *Vírus*.

São invisíveis ao microscópio de luz, mesmo com os maiores aumentos. Sòmente a invenção do *microscópio eletrônico*, que elevou o poder de dissolução para além do 10 000 x, tornou possível examinar sua forma, ora alongada ora arredondada. A microscopia eletrônica aliada à análise química e biológica revelou tratar-se de complexas moléculas orgânicas, capazes de reprodução nas células de determinadas espécies de seres vivos. Sua ação é algo semelhante à das enzimas. Todos os vírus conhecidos são patogênicos, isto é, causaram doenças, ora em pessoas, ora em animais, ora em vegetais.

A existência de vírus foi percebida muito antes do seu descobrimento óptico, devido aos seus efeitos sobre os seres vivos.

A *varíola* é uma doença extremamente contagiosa e que pode ser transmitida inoculando sôro de uma pessoa doente em pessoa sã, coado por filtro de porcelana, com poros tão finos que não deixem passar partículas visíveis ao microscópio luminoso. O agente patogênico dêste filtrado pode ser cultivado artificialmente. Era reconhecido como ser vivo muito antes de haver sido visto.

A inoculação com vírus do *cow-pox* dos bovinos e que, normalmente não se alastra nem prejudica o corpo humano, torna o nosso sangue capaz de desenvolver defesas apropriadas contra a ação do vírus da varíola. Tais inoculações foram as primeiras *vacinações* preventivas, inventadas. Seguiram-se outras para muitas doenças perigosas em geral, baseadas na obtenção em cultivo de variedades enfraquecidas duma espécie de vírus perigoso. Os mais conhecidos da atualidade são a vacina contra a *raiva*, glória imperecível da obra de Pasteur, e, bem modernamente, a vacina de Salk contra a *paralisia infantil*.

De maneira geral podemos dizer que doenças contagiosas, cujo agente ativo é capaz de passar pelos ultrafiltros são causadas por vírus.

Existem também em plantas, nas quais produzem murchidão ou apodrecimento dos respectivos órgãos, sem que o microscópio luminoso demonstre a presença dum fungo ou duma bactéria responsável. É notória a virose denominada *Mosaico* (fig. 174), que

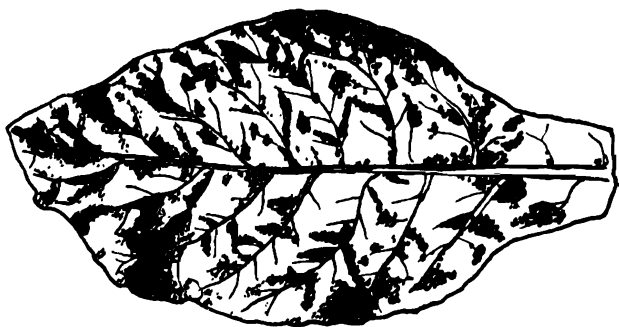


FIG. 174. Fôlha de fumo atacada pelo Vírus do mosaico.

produz o secamento em padrões irregulares das fôlhas vivas do fumo. Fenômenos semelhantes podem ser observados em muitas plantas silvestres e cultivadas, como nos tomates e nas chagas. O vírus destruidor de tomateiros parece poder permanecer ativo no solo durante vários anos, tornando difícil a repetição de culturas no mesmo lugar, uma vez estabelecida a infecção.

UNIDADE 42

PLANTAS SEM EMBRIÃO

(TALÓFITAS)

Resumo:

Sob o ponto de vista do Sistema Natural, isto é, da evolução do Reino Vegetal, apresentam as Talófitas uma série de problemas.

O mais importante é este: Se são as plantas mais primitivas existentes, qual de suas formas é a mais parecida com aquelas que devem ter iniciado a vida no globo terrestre?

Não pode ter sido um organismo heterotrófico, pois êsse pressupõe a existência de outros autotróficos para sua nutrição. A Bioquímica anula êste argumento, afirmando que em certas épocas, durante o período de esfriamento do globo terrestre, houve autocatálise de substâncias orgânicas.

Seja isto válido, ou não, há divergências de opiniões.

Uns julgam as bactérias ou quiçá os próprios vírus iniciadores da vida em virtude da aparente simplicidade de sua estrutura. Discutem se os vírus devem ser considerados cristais animados ou seres vivos cristalizados e que parece existir estreita relação de afinidade entre vírus, bactérias e fungos. Além disto, há, de fato, bactérias autotróficas, como as de ferro e de enxôfre. Mas seu metabolismo difere fundamentalmente do das plantas clorofiladas, tornando improvável o acêrto da hipótese.

Outros julgam ver nos flagelos clorofilados a imagem dos organismos que começaram a vida na terra. Contra isso fala a complexidade de sua estrutura celular; mas a favor, a existência de transições perfeitas entre Flagelados clorofilados e Algas, dum lado, e Flagelados aclorofilados e Bactérias, do outro lado, bem como a ocorrência duma fase flagelóide no ciclo evolutivo de quase todos os seres vivos. Parece ser possível conceber o desenvolvimento das plantas superiores através dos Musgos e das Samambaias, até às

Espermatófitas e explicar os Fungos e as Bactérias como formas involuídas pelo parasitismo e saprofitismo.

O problema da forma provável dos primeiros organismos não deve ser confundido com o da criação dos seres vivos. Êste não é objeto de estudos botânicos. Poderá talvez ser discutido sob pontos de vista da Biologia Geral e da Bioquímica, certamente, pela Filosofia e pela doutrina religiosa.

Dividimos as Talófitas em Vírus, Bactérias, Algas, Fungos e Líquens. As Algas são clorofiladas. Os Fungos possuem núcleos visíveis ao microscópio luminoso. Vírus e Bactérias são caracterizadas pelo seu tamanho ínfimo.

Utilizamos o termo Algas, neste Manual, no seu mais vasto sentido, compreendendo tôdas as Talófitas clorofiladas, sem considerar as razões de afinidade.

As ALGAS dividem-se em:

Cianofíceas ou *Algas azuis* (Ex. *Oscillatoria*), mais relacionadas com as bactérias do que com as outras Algas;

Diatomáceas ou *Algas silicosas* (Ex. *Navícula*), relacionadas eventualmente com as Algas pardas;

Conjugadas ou *Algas Conjugadas* (Ex. *Spirogyra*), relacionadas como as demais Algas de cromatóforo verde;

Clorofíceas ou *Algas Verdes* (Ex. *Oedogonium* e *Vaucheria*), relacionadas com Flagelados e Fungos;

Carófitas ou *Algas-em-candelabro* (Ex. *Chara*), de posição isolada no sistema;

Feofíceas ou *Algas pardas* (Ex. *Sargassum*), formas marinhas multi-relacionadas;

Rodofíceas ou *Algas vermelhas* (Ex. *Gellidium*), igualmente marinhas, com afinidades complexas.

Os FUNGOS dividem-se em:

Ficomícetes ou fungos algóides (Ex. *Saprolegnia* e *Mucor*); e

Micomícetes ou cogumelos-de-chapéu (Ex. *Pinicillium*, *Aspergillus*, *Agaricus*).

Nas hifas dos primeiros faltam septos transversais; seu micélio assemelha-se a um talo aclorofilado de *Vaucheria*.

Os *Micomicetes* costumam ser divididos em *Ascomicetes* (Ex. *Penicillium*, *Aspergillus*) e *Basidiomicetes* (Ex. *Agaricus*, *Polyporus*), de acôrdo com a constituição do seu esporângio (fig. 175).

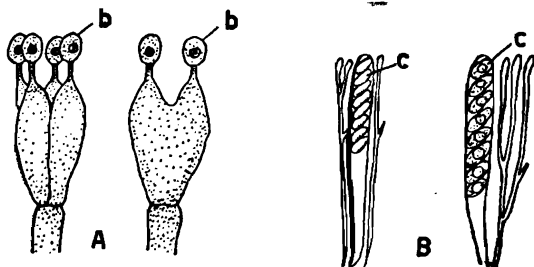


FIG. 175. Tipos de esporângios de Cogumelos-de-Chapéu.
A — basídios; B — ascos; b-basidiósporos; c-ascósporo
(Aprox. 1 000 x).

Os LIQUENS apresentam em conjunto os problemas presentes nos *Ascomicetes*, *Basidiomicetes*, *Cianofíceas* e *Clorofíceas*, que lhes constituem o talo.

Certas formas de talófitas foram omitidas, por serem de objetivação demasiadamente difícil e sem maior importância para a compreensão geral da matéria e o conhecimento mínimo da flora do nosso país.

QUARTA PARTE

BOTÂNICA GERAL

APRESENTAÇÃO

A Botânica Geral estuda o aspecto externo (Organografia) e a estrutura (Anatomia) dos vegetais, bem como o seu funcionamento (Fisiologia), e as relações existentes entre os vegetais e o ambiente (Ecologia).

As três partes anteriores dêste Manual construíram na mente do leitor as bases indispensáveis para um exame objetivo dos fenômenos gerais da vida vegetal e pretendem contribuir para uma compreensão mais profunda da Biologia como Ciência da Vida.

Nesta parte apresentaremos somente alguns assuntos básicos sem considerar suas relações com os aspectos zoológicos, fisiológicos e ecológicos de maior complexidade, afetos à Biologia Geral.

UNIDADE 43

A CÉLULA E OS TECIDOS

A.

Material fácil para a observação de células vegetais fornecem as escamas da *Cebola*, folhas de *Elodea* e *Valisnérias* comuns nos aquários e os pêlos estaminais de *Trapoeiras* ou *Ondinhas* das beiras de estradas ou dos jardins e que podem ser cultivadas em vasos na própria sala de aula.

Da Cebola destaca-se um fragmento da epiderme numa escama e monta-se em água para observação microscópica. Nas partes do preparado que não foram prejudicadas pela violência do nosso procedimento, notamos a presença de inúmeras células, bem delimitadas por membranas celulósicas. Cada *célula* (fig. 179 A) contém um corpúsculo maior, chamado *núcleo*, rodeado por uma massa incolor e viscosa, denominada *citoplasma*. O conjunto de núcleo e citoplasma, incluindo outras partes, ainda não mencionadas, forma a parte viva da célula ou *protoplasto*. A membrana de celulose é intercalada entre os protoplastos das células vizinhas, separando-as e mantendo a estrutura do tecido. Compreenderemos a sua origem ao estudar a divisão celular.

Se observarmos um pêlo dos estames da Ondinha, com cerca de 400 aumentos (fig. 176) notaremos, além do núcleo, do citoplasma e da membrana celulósica, a presença de espaços mais refringentes e claros, formados pelos vacúolos. Os vacúolos estão repletos de suco celular aquoso. Existem na maioria das células, também nas da cebola, porém, nem sempre, bem visíveis sem técnica especial.

Uma folha de *Valisneria* ou *Elodea* deve ser dobrada sobre o indicador da mão esquerda, a fim de aparar-se com a navalha um pedacinho suficientemente fino, para exame microscópico (fig. 177). Montado em água, mostra, além das partes citadas, numerosos corpúsculos verdes, os *cloroplastos*. Às vezes parecem estar girando junto às membranas. Trata-se de movimentos passivos. Estão sendo arrastados pelo citoplasma juntamente com o núcleo.

Observações com o microscópio eletrônico e outros métodos demasiadamente complexos para demonstrações no curso secundário revelam a existência de outros elementos componentes da célula tais como os mitocôndrios ou condriossomos, o Campo de Golgi, o retículo endoplasmático, os microssomos.

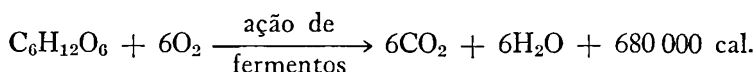
A vida da célula, como a dos indivíduos por elas formados, está condicionada a um constante gasto de energia, energia obtida pela oxidação lenta de substância orgânica.



FIG. 176. Célula dum pêlo estaminal da Ondinha: ci-citoplasma; n-núcleo; v-vacúolo (Aprox. 300 x).

O fenômeno é denominado respiração celular.

Tomando por base um mol, isto é, uma molécula grama de glicose, podemos resumir a reação na fórmula seguinte:



A relação entre o oxigênio absorvido e o CO_2 desprendido durante o processo chama-se *quociente de respiração*. No caso da glicose é $\frac{6\text{CO}_2}{6\text{O}_2} = 1$. Se fôr outro o material orgânico aproveitado, poderá ser maior ou menor.

As reações químicas são bastante mais complexas do que aparecem na fórmula acima.

Cabe ao condrioma, função primordial na respiração celular, através dum sistema ou sistemas de enzimas localizados nas cristas internas do mesmo. Os mitocôndrios podem ser observados qual pequeníssimas varinhas em células vivas tingidas com Verde-Janus. As minúcias aparecem ao microscópio eletrônico, somente.

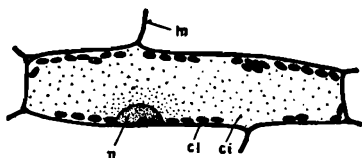


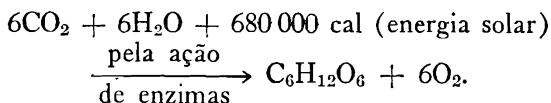
FIG. 177. Célula da folha de Valisnéria: ci-citoplasma; cl-cloroplasto; m-membrana de celulose; n-núcleo (Aprox. 400 x).

O núcleo comanda as funções do citoplasma regulando suas atividades por meio de ácidos nucléicos excretados pelos nucléolos principalmente. É considerado sede dos característicos hereditários do ser vivo.

O citoplasma é o elemento que forma as demais partes da célula e executa as reações químicas necessárias.

Na célula da Valisnéria encontramos cloroplastos. É nesses que se efetua a fotossíntese da substância orgânica que é, até certo ponto,

o inverso da respiração. Lembramos o que foi dito na primeira parte dêste Manual sôbre a sua realização, resumindo-a na fórmula:



À primeira vista pode parecer que as duas reações se anulam.

Durante a noite, faltando a energia solar, não há fotossíntese. As plantas, continuando a respirar, tornam-se competidoras dos animais no suprimento de oxigênio. Daí a inconveniência higiênica de manter-se plantas vivas em dormitórios.

De dia a fotossíntese é até trinta vezes mais intensa que a respiração, tornando a planta eficiente fornecedora de oxigênio e farta produtora de substância orgânica. Daí a importância dos vegetais para a nutrição básica dos seres vivos e a designação de *pulmões das cidades* para seus parques e jardins.

O desprendimento de oxigênio da fotossíntese pode ser demonstrado numa experiência muito simples (fig. 178). Basta colocar alguns galhos de *Eloдея* num vidro com água, com as partes recém-cortadas para cima, por baixo dum funil encimado por um tubo de ensaio invertido cheio de água. Sob iluminação forte haverá fotossíntese intensa e os caules desprendem bôlhas de oxigênio que se acumulam no fundo do tubo de ensaio. Prova-se que é oxigênio mesmo, colocando-se em sua presença um palito de fósforo em brasa, o qual reacenderá.

O produto primário da fotossíntese é a glicose. Esta é transformada pelos cloroplastos e plastos de outras côres em grãos de amilo, constituindo substâncias de reserva (Comparar com as experiências das Unidades 7 e 21).

A fotossíntese é o processo principal na terra, capaz de transformar substâncias minerais em substâncias orgânicas. Os animais e as plantas aclorofiladas não podem exercê-la. Dependem para sua nutrição dos produtos da mesma.

Faz pouco tempo desde que o seu mecanismo foi esclarecido. Realiza-se nos cloroplastos e desenrola-se em 3 fases consecutivas. A primeira é a absorção da energia radiante da luz, a segunda a estabilização química da energia e a terceira o emprêgo da energia

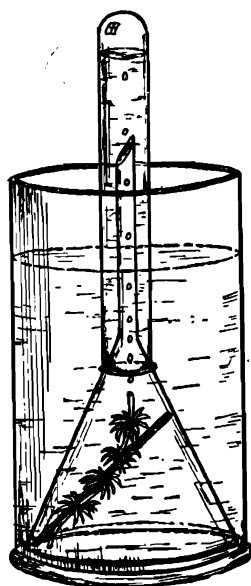


FIG. 178. Demonstração do desprendimento do oxigênio durante a fotossíntese.

quimicamente estabilizada nas transformações da água e do gás carbônico em carboidratos.

Fotossíntese, respiração e demais fenômenos de nutrição vegetal, expostos nas Unidades 5 e 9, envolvem troca de gases, de água e substâncias minerais entre as diversas células, bem como entre as células e o ambiente.

O veículo de tôdas essas trocas é a água e o mecanismo que predomina é a osmose. As membranas de celulose se embebem com uma solução aquosa de gases e sais minerais. Estão em contato íntimo com a superfície do protoplasto vivo, através duma camada especial, denominada *membrana plasmática*. É esta que regula a absorção do líquido. Normalmente é invisível, pois é extremamente fina e aderente à membrana de celulose. Pode ser posta em evidência pela *plasmólise*, experiência realizável em tôdas as células vegetais que tenham vacúolos de suco celular (fig. 179 B).

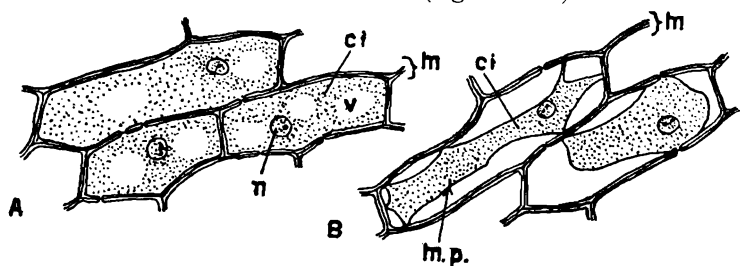


FIG. 179. Células da epiderme duma escama de cebola; A — em estado normal ou turgente; B — plasmolizada; ci-citoplasma; m-membrana de celulose composta de três lamelas; mp-membrana plasmática; n-núcleo; v-vacúolo.

A membrana plasmática é semipermeável. Se colocamos algumas células vegetais em qualquer solução aquosa de concentração molecular superior à soma das concentrações das substâncias dissolvidas no suco celular, o protoplasto perderá água e o volume dos vacúolos diminuirá. Em consequência disto o citoplasma separa-se das membranas de celulose e se mostra tão bem limitado como nas células animais. Este limite, agora visível, é formado pela membrana plasmática.

Para evitar a morte das células, devemos escolher uma substância inócua, como o açúcar, glicerina ou nitrato de potássio. Se não deixarmos passar muito tempo, a plasmólise será reversível, bastando adicionar água ao preparado para a célula voltar ao estado normal.

Fenômeno idêntico pode ser observado num recipiente dividido ao meio por uma membrana semipermeável, como certos tipos de papel celofane ou uma bexiga de animal. Se enchermos a parte à

direita da membrana com uma solução de açúcar a 10% e a da esquerda com uma solução a 20%, passará mais água da direita para a esquerda do que em direção inversa, até que em ambos os lados da membrana existam concentrações iguais (15%). Se no começo da experiência o nível dos líquidos fôr igual em ambos os lados, no fim será mais alto à esquerda.

A interpretação física dêste fenômeno torna-se simples mediante uma parábola:

Consideremos as moléculas e os íontes componentes do líquido como bolinhas de determinado tamanho, relacionado à sua respectiva composição química. As bolinhas correspondentes às partes dissolvidas são maiores que as correspondentes à água. A membrana semipermeável é comparada a uma cêrca com malhas, cujas aberturas deixam passar as bolinhas pequenas da água, mas, retêm as maiores, correspondentes às substâncias dissolvidas. Vejamos o que acontece. De cada milhar de bolinhas do líquido de concentração molecular a 10%, 900 serão do tamanho pequeno e 100, do tamanho maior; da mesma maneira, no líquido a 20% haverá sômente 800 do tamanho pequeno e 200 do tamanho maior. Devido ao movimento molecular constante, essas bolinhas estão sendo jogadas, de ambos os lados, num ritmo uniforme, contra a cêrca (a membrana semipermeável).

Se na mesma unidade de tempo forem jogadas 1000 bolinhas de cada lado contra a cêrca, passarão da direita para a esquerda 900 bolinhas pequenas, sendo retidas 100. Da esquerda para a direita passarão 800 e serão retidas 200. Isto corresponde à perda de água que sofre a solução menos concentrada a favor da mais concentrada. À corrente de água da direita para a esquerda corresponde 900 bolinhas, enquanto em sentido contrário passam sômente 800 bolinhas.

Em soluções isotônicas, passará número igual de bolinhas em ambas as direções. As correntes anulam-se cessando qualquer movimento visível.

A membrana plasmática, viva, difere dêste modelo pelo fato de poder modificar sua permeabilidade em relação às substâncias do ambiente, mais ou menos de acôrdo com as necessidades normais do organismo.

Na parábola, corresponderia isto a uma modificação do tamanho das malhas.

B.

Citoplasma, núcleo e plastos são substâncias coloidais. O citoplasma apresenta-se sob aspecto mais ou menos viscoso; o núcleo e

os plastos parecem sólidos. A membrana celular é sólida e as substâncias de reserva podem ser sólidas ou líquidas.

A importância peculiar do núcleo fica evidente na multiplicação celular. O citoplasma pode formar mais citoplasma, pode gerar e absorver plastos vacúolos e membranas celulósicas, mas é incapaz de produzir núcleos. Todos os núcleos provêm de outros núcleos, mediante o complexo processo da *divisão mitótica*.

Durante a *mitose* sofrem complicadas transformações estruturais (fig. 180), que compreendem, segundo Strassburger, quatro fases, denominadas prófase, metáfase, anáfase e telófase. Entre duas divisões consecutivas existe um período maior ou menor, denominado *interfase*.

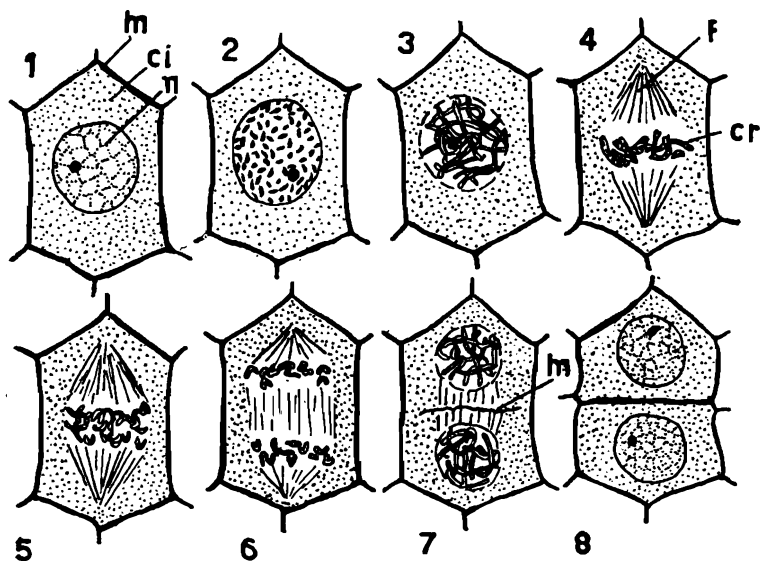


FIG. 180. Fases esquematizadas da divisão mitótica numa célula vegetal: 1 — Intérfase; 2 e 3 — Prófase; 4 5 — Metáfase; 6 — Anáfase; 7 e 8 — Telófase; ci-citoplasma; cr-cromossomos; f-filamento do fuso-acromático; m-membrana celular; n-núcleo.

A *interfase* (fig. 180, 1) é caracterizada pela estrutura grânulo-reticular da cromatina do núcleo, pela presença de um ou vários corpúsculos maiores, chamados nucléolos. Tudo isso envolto por uma membrana limitante. É nesta fase que exerce sua função reguladora da vida celular.

Na *prófase* (fig. 180, 2-3) transforma-se o retículo cromático em filamentos enovelados, que paulatinamente se desenovelam, encurtam e engrossam, construindo, assim, os cromossomos individualizados.

Cada cromossomo divide-se longitudinalmente em duas partes iguais, denominadas *cromátides*. Simultaneamente aparecem no citoplasma finíssimos filamentos que não se tingem com os corantes usados para evidenciar os cromossomos. O conjunto destes filamentos forma um fuso bipolar ao redor do núcleo, o *fuso acromático*.

Durante a *metáfase* (fig. 180, 4-5) dissolve-se a membrana nuclear. O nucléolo desaparece por completo. O fuso acromático toma feição definitiva. Os cromossomos ordenam-se num plano equatorial entre os dois pólos do fuso. É a figura da *placa equatorial*.

As duas cromátides componentes de cada cromossomo separam-se por completo e constituem, cada uma, um cromossomo novo. Este, por sua vez, poderá ser visivelmente dividido em duas cromátides novas.

Fuso acromático e cromossomos parecem formar um aparelho distinto no seio do citoplasma. É possível removê-lo integralmente, de material fixado, por meio de um micromanipulador.

A *anáfase* (fig. 180, 6) é caracterizada pelo deslocamento dos cromossomos para os pólos do fuso acromático. Os componentes de cada par de cromossomos, resultantes da divisão, migram para pólos opostos.

O fenômeno da mitose termina com a *telófase* (fig. 180, 7-8). Quando os cromossomos atingem os pólos do fuso, começam a aglomerar-se, perdendo aos poucos sua individualidade visível. Passam a constituir outro novêlo que se circunda com nova membrana nuclear. Reaparece o nucléolo. Por fim é reconstituído o aspecto do núcleo da interfase.

Simultaneamente aparece no centro do fuso uma nova membrana celular. É finíssima e cresce do centro da célula para a periferia, em direção perpendicular a cada fio componente do fuso acromático. Quando atinge as membranas laterais da célula, concrece com estas. Engrossando e fortalecendo-se, produz novo ângulo no lugar do contato e isto, em virtude das forças de tensão e pressão, existentes nela e nas células. A célula divide-se em duas.

É fácil observar os fenômenos acima descritos em pontas de raízes de cebola. Obtêm-se raízes boas, colocando cebolas por cima de vidros de boca larga cheios de água. Cortam-se as pontas das raízes recém-nascidas, de preferência pela manhã, entre as 6 e 8 horas, quando a atividade mitótica é intensa.

Inicialmente fixa-se o material numa mistura de álcool absoluto e ácido acético na proporção de 1:3. Para este fim, submergem-se as pontas cortadas das raízes neste líquido, num cadinho de porcelana, levando-o para a chama e deixando-o chegar à fervura duas a três vezes. O material pode permanecer no fixador de cinco minutos a 24 horas, sem prejuízo.

Depois, é transportado para uma solução saturada de pó de *carmim* em ácido acético glacial a 45% com água. Novamente é levado duas a três vezes à fervura, devendo permanecer pelo menos dois a cinco minutos neste corante.

O *carmim* tinge principalmente os núcleos e seus cromossomos.

A observação microscópica é feita entre lâmina e lamínula com glicerina ou água ou o próprio corante, como meio de inclusão. Convém amolgar o material por leve pressão exercida com a unha do dedo sôbre a lamínula.

As pontas das raízes de cebola são compostas dum *tecido de crescimento* denominado *meristema*, do grego *merizo* = dividir, caracterizado por células mais ou menos cúbicas e pequenas com núcleos grandes, citoplasma denso e membranas finíssimas. A frequência das divisões mitóticas é relativamente grande.

O fenômeno de crescimento abrange dois acontecimentos anômicos diferentes:

Primeiro, a multiplicação do número de células, resultante das divisões celulares. Esse fato é considerado *crescimento embrionário*. Meristemas são encontrados nos embriões, nas pontas dos caules e das raízes, nos botões foliares e florais, no câmbio, e no felogênio das plantas.

Segundo, o aumento do tamanho das células. É denominado *crescimento por distensão*. Muito mais rápido que o primeiro, pode ser observado nas pontas de caules e raízes, bem como no desabrochar dos botões florais e foliares na primavera, que crescem, por assim dizer, a olhos vistos.

Para tanto basta marcar uma ponta de galho com riscos de tinta nanquim equidistantes um do outro em 1 mm. Ao crescer os riscos que cobrem a região do crescimento de distensão se afastam muito mais do que no resto do galho, aonde guardam a distância original.

C.

Células alongadas encontramos no nosso preparado, na parte superior da raiz. Este alongamento é ao mesmo tempo início da diferenciação das células meristemáticas em *tecidos definitivos*, com funções especializadas, como os tecidos de nutrição, de condução, esqueléticos e tegumentares.

Os *tecidos de nutrição* são caracterizados pela presença de cloroplastos, substâncias de reserva, vacúolos de suco celular e membranas celulósicas compostas de três lamelas no mínimo. A lamela

central, oriunda da telófase da mitose, dissolve-se nas arestas celulares e abre, desta maneira, um sistema de tubinhos comunicantes, denominados espaços intercelulares. Através destes processa-se o arejamento dos tecidos.

As células dos *parênquimas* ou *tecidos de nutrição* têm contornos de prismas poligonais, regulares. Nos caules, nas raízes, nos frutos e nas sementes mostram seu aspecto típico. Na folha adquirem formas peculiares com a denominação especial de *parênquima lacunoso* e *paliádico*, respectivamente (fig. 181 A).

Os *tecidos de condução* são formados por células muito compridas. Há vasos lenhosos e tubos crivados.

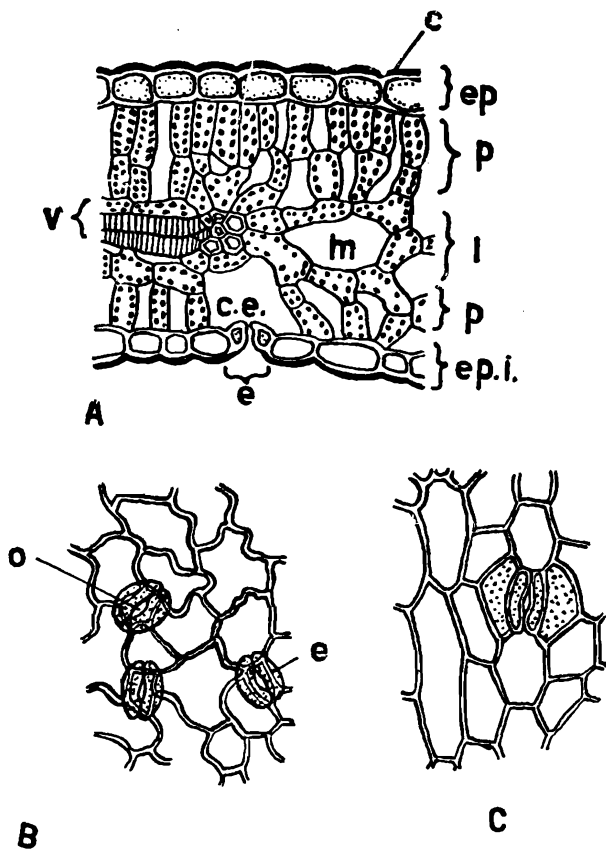


FIG. 181. A — Corte transversal através do mesófilo duma folha da Arruda (*Ruta graveolens*): c-cutícula; ce-câmara estomática; e-estoma; ep-epiderme; l-tecido lacunoso; m-meato intercelular; p-tecido paliádico; v-vasos lenhosos (300 x). B — Epiderme da folha da Arruda: e-estoma; o-ostíolo (300 x). C — Epiderme da folha da Vela-da-pureza (*Yucca filamentosa*).

Os *vasos lenhosos*, que conduzem a seiva supridora ou bruta (fig. 182) possuem reforços internos de lignina nas membranas. Perdem o protoplasto vivo, tornando-se tubos mortos. A lignina lhes dá resistência contra ruptura e compressão. Nunca cobre integralmente as membranas, pois, sendo impermeável para a água, impediria o suprimento dos tecidos vizinhos.

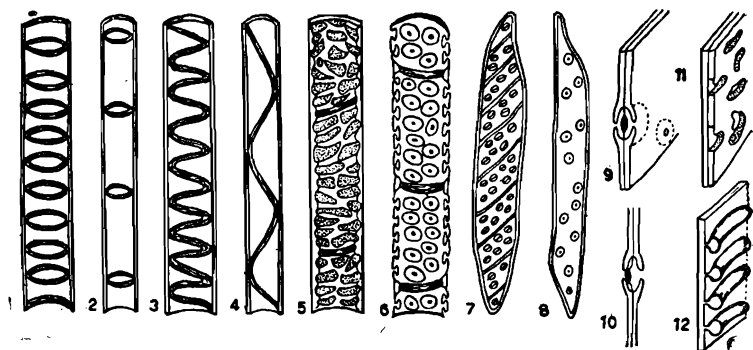


FIG. 182. Vasos lenhosos: 1 — Vaso anelado nôvo; 2 — Vaso anelado alongado pelo crescimento; 3 — Vaso espiralado nôvo; 4 — Vaso espiralado alongado pelo crescimento; 5 — Vaso reticulado; 6 — Vaso com pontuações areoladas; 7 — Traqueídeo com reforços espiralados; 8 — Traqueídeo típico das Coníferas; 9 — Membrana com pontuações areoladas; 10 — Membrana com pontuações simples; 11 — Cortes através duma pontuação areolada, o toro fechando o orifício externo, esquerdo; 12 — Membrana dum vaso anelado. (Esquematisado).

É interessante verificar que nas partes novas dum vegetal prevalecem os vasos anelados e espiralados, capazes de adaptação ao crescimento dos órgãos a que pertencem. Nas partes adultas, que não se alongam mais, encontramos vasos escalariformes, reticulados e areolados, cuja membrana é revestida duma camada contínua de lignina, interrompida somente por pequenas *pontuações* de comunicação lateral. As *pontuações areoladas* são as mais complexas. Funcionam como pequenas válvulas, que se abrem e fecham de acôrdo com as pressões reinantes nas células ligadas.

A seiva nutritiva ou elaborada corre através de *tubos crivados* (fig. 183). São células vivas muito compridas, com membranas celulósicas, interrompidas por peneiras (crivos) de finíssimas perfurações, que talvez facilitem a passagem das macromoléculas orgânicas da seiva. (Veja Unidade 26.)

Os *tecidos esqueléticos* servem para reforçar a estrutura mecânica dos vegetais. São chamados *esclerênquimas* e *colênquimas*. Os primeiros formam feixes de células mortas, finas, pontiagudas, com membranas grossas. Os segundos assemelham-se a parênquimas com reforços celulósicos e parciais das membranas.

As fibras do *Linho*, da *Juta*, do *Sisal* e outras fibras têxteis, são feixes esclerenquimáticos. Sua função mecânica nos tecidos menos fortes é comparável à das armações de ferro na massa do concreto armado.

Ao redor de todos os órgãos dos vegetais encontram-se os *tecidos tegumentares*. Nas folhas, nos caules verdes e nas raízes novas trata-se dum tecido de células vivas denominado *epiderme*. Não têm cloroplastos. É coberto por uma cutícula impermeável. A epiderme dos órgãos aéreos possui aberturas de ventilação, reguláveis, denominados *estomas*, e geralmente compostas por duas células clorofiladas (fig. 181 B e C). Faltam estomas nas epidermes da raiz e na de órgãos submersos na água. Caules e raízes mais velhas substituem a epiderme viva por camadas mortas de cortiça (Comparar com a Unidade 24).

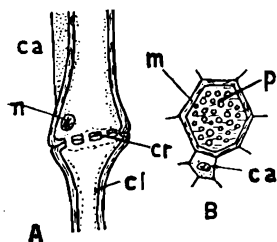


FIG. 183. A — Corte longitudinal de parte de dois tubos crivados. B — Membrana transversal dum tubo crivado, visto de cima: ca—célula anexa; ci—citoplasma; cr—crivo; m—membrana; n—núcleo; p—poro. (Esquematizado).

Os tecidos discutidos na presente Unidade têm sido mencionados e demonstrados na primeira parte dêste Manual. Para uma apresentação microscópica geral, aconselhamos observar cortes através da folha e do caule da *Arruda*, da *Tiririca* e do *Chuchu* através do tubérculo da *Batata-inglesa*, bem como partes arrancadas das epidermes da *Arruda*, da *Tiririca* e duma *Samambaia*. A última possui cloroplastos na epiderme. A

epiderme de muitas plantas é revestida de pêlos multiformes. O *Chuchu* mostra as placas perfuradas dos tubos crivados em cortes praticados a 1 m de distância da ponta dos caules.

Os objetos serão montados em água ou glicerina entre lâmina e lamínula. Para a verificação dos vasos lenhosos usa-se floroglicina e ácido clorídrico. A lignina torna-se vermelha.

UNIDADE 44

OS ÓRGÃOS DA PLANTA E AS SUAS FUNÇÕES

Os órgãos dos vegetais formam dois tipos de aparelhos vegetativos: o talo e o cormo.

O *talo* é mais primitivo que o cormo e portanto mais variável na sua aparência, isto é, menos estandardizado. Ocorre na haplófase e diplófase da vida de vegetais unicelulares e pluricelulares. Nos casos mais diferenciados produz órgãos especializados, semelhantes a raízes, caules e folhas, denominados rizóides, caulóides e filóides. Diferem anatômicamente dos órgãos correspondentes pela falta de vasos lenhosos. Funcionalmente se equivalem. Para exemplificar, lembramos as formas de Bactérias, Algas, Fungos, das plantinhas haplóides das Hepáticas e dos Musgos, bem como os prótalos das Samambaias.

O *cormo* é sempre diplóide. Seus órgãos surgem do embrião, em sequência determinada: primeiro, a raiz; em seguida, o caule, e por último, a folha. Nos embriões das Arquegoniadas existe, além disso, um quarto órgão com função semelhante à da raiz e que a antecede no desenvolvimento, chamado *haustório*. Encontra seu paralelo no *suspensor* existente no embrião de algumas Espermatófitas.

A RAIZ

Para compreender bem a estrutura e a função dos órgãos, convém sempre comparar suas origens, tanto ontogenéticas como filogenéticas.

O cormo mais primitivo é representado pelo esporogônio (fig. 146 B) das Briófitas. Consideramo-lo cormo, apesar de não possuir vasos lenhosos propriamente ditos. A não ser que se interprete a presença de células alongadas na seta e columela, e de elatérios na cápsula das Hepáticas como precursores dos mesmos.

O *haustório* do esporogônio enraiza-se no caulóide da plantinha

do Musgo ou da Hepática e dela suga a seiva necessária para o crescimento do esporófito.

Nas Samambaias divide-se este órgão em haustório e raiz propriamente dita. O haustório permanece como órgão sugador no protalo. A raiz penetra no solo. É interessante verificar que possui as quatro zonas das raízes das Espermatófitas, ou seja, coifa, zona lisa, zona pilífera e zona cortical (fig. 18).

A *estrutura* anatômica da raiz em traços gerais é a mesma para todos os taxones.

Sua *coifa* é composta de tecido meristemático, protegido por uma capa, que se desgasta pelo atrito contra as partículas do solo, quando nêle penetra. Esta é substituída de dentro para fora pela atividade do tecido de crescimento. Em muitos vegetais, geleeifica suas camadas externas, produzindo um efeito de lubrificação, o que facilita seu progresso através da terra dura.

Na *zona lisa* alongam-se as células cúbicas do meristema, promovendo desta maneira o *crescimento* por *distensão*, sempre mais rápido que o embrionário, causado pelas divisões celulares mitóticas. O alongamento é acompanhado por transformação do meristema nos tecidos definitivos.

A *zona pilífera* (fig. 42) é caracterizada pela presença dos pêlos absorventes e uma estrutura anatômica complexa, estudada na Unidade 9. É nesta zona, principalmente, que se exerce a função de absorção.

Devemos compreender que as três zonas supracitadas não têm localização permanente na raiz. Sua ponta cresce e o que fôra antes coifa passa a constituir a zona lisa; a zona lisa transforma-se em região pilífera, e esta adquire as características da *zona cortical*.

A *zona cortical* fixa a planta e conduz a seiva. É de tôdas a mais comprida e mais grossa. O comprimento total, somando tôdas as ramificações, pode ser extraordinário. No milho, planta de tamanho médio, atinge a 5 km. O sistema radicular subterrâneo duma árvore costuma ser equivalente ao de sua copa.

Nas *Samambaias*, na maioria das *Monocotiledôneas* e em algumas *Dicotiledôneas* desaparece e degenera a raiz primária, oriunda do embrião. Nas primeiras, dá lugar a raízes adventícias mais poderosas; nas segundas, em geral pelas ramificações da própria raiz primária, cujo crescimento cessa pouco após o início da germinação da semente. Todos os taxones citados podem formar raízes adventícias adicionais ou para substituição daquelas que se originam do embrião.

Morfológicamente dividimos as raízes originadas do embrião em raízes axiais e raízes fasciculadas.

Raízes axiais prevalecem nas Gimnospermas e Dicotiledôneas. Possuem um eixo geral mais ou menos ramificado, que é formado pelo crescimento contínuo da raiz primária.

Raízes fasciculadas encontram-se nos capins e outras Monocotiledôneas. São compostas duma cabeleira de ramificações equivalentes, oriundas da raiz primária suprimida.

São *funções originais da raiz*: absorção da seiva e fixação da planta. Como em qualquer órgão, pode haver mudança de função, acompanhada por modificação da estrutura externa e interna.

Raízes de plantas aquáticas flutuantes não têm função de fixação. Costumam ser relativamente curtas. Muitas vêzes faltam a coifa e os pêlos absorventes, que, aliás, freqüentemente também regridem em plantas terrestres, quando cultivadas em líquidos nutritivos.

As raízes de Orquídeas epifíticas possuem coifa. Não têm pêlos absorventes e são rodeadas pelo velame, que reúne em si funções de absorção e de armazenamento da água.

Em outros casos engrossam parcialmente ou totalmente, armazenando substâncias de reserva. Transformam-se em raízes tuberosas e tubérculos.

Nas plantas dos sertões lignificam e se tornam muito maiores que a parte aérea do vegetal. Constituem *xilopódios* que permanecem vivos na terra durante os períodos de sêca. Sua água e reservas nutritivas possibilitam o rápido aparecimento de vegetação verde nos sertões, após uma chuva.

Plantas de pântanos, isto é, de solos mal ventilados, emitem ramificações das raízes para o ar. Estas, sob a denominação de *pneumatóforos*, servem de chaminés para as trocas gasosas.

No *Cravo-do-Mato* e muitas outras epífitas e trepadeiras, servem exclusivamente para fixação, de vez que as fôlhas se ocupam do armazenamento da absorção dos líquidos (Unidade 2).

Múltiplas são as adaptações das raízes a condições especiais do ambiente. Lembramos sòmente as *raízes escoras* do *Mangue* na zona das marés e as raízes em forma de tábua nas árvores das matas virgens, etc. Será interessante os alunos investigarem nas plantas suas relações ecológicas.

Na Unidade 7 relatamos a simbiose existente entre Orquídeas e Fungos. Nas árvores dos matos é muito comum existir fenômeno análogo. Os fungos podem chegar a tornar desnecessária e suprimir a presença de pêlos absorventes.

O CAULE

A seta do esporogônio dos Musgos representa o tipo mais primitivo de caule. Já possui tôdas as características funcionais dêste órgão.

Suas células alongadas são precursoras dos tecidos de condução. Sustenta e desenvolve a cápsula que encaramos como precursor funcional das fôlhas.

Condução da seiva, sustentação e desenvolvimento das fôlhas são funções típicas do caule.

A estrutura anatômica varia nos diversos taxones e foi estudada nas Unidades 9, 24 e 28.

De acôrdo com a consistência e as ramificações, dividimos os vegetais com caules aéreos em ervas, arbustos e árvores.

Ervas possuem caules verdes, pouco lignificados.

Arbustos e árvores são compostos por caules quase completamente lignificados. Os primeiros têm um caule predominante, que constitui o eixo principal do sistema de ramificações. Existem árvores como as *Palmeiras*, cujos caules normalmente não se ramificam.

Há transições entre as três formas básicas, designadas por subarbustos, plantas subarbóreas, etc., termos nos quais o prefixo *sub* significa *quase*.

O desenvolvimento do caule determina a posição das fôlhas perante a luz. Até certo ponto é fator decisivo na competição pelo espaço vital.

Árvores costumam fazer sombra à vegetação arbustiva, como esta às ervas. Podem chegar a suprimir as plantas mais baixas.

Daí compreendermos a origem das trepadeiras e epífitas, que sem desprenderem o esforço necessário, para construir um caule alto, chegam a igualar as árvores majestosas na luta pelo lugar ao sol.

Aconselhamos rever sob êste ponto de vista os exemplos explanados na primeira parte dêste Manual e observar a natureza de maneira inquiridora, para entender os inúmeros métodos de concorrência engenhosa de que os vegetais estão dotados.

O *caule das Samambaias* costuma ser rastejante, ora na superfície da terra, ora abaixo da terra, ora trepador. Caules dêste tipo que emitem fôlhas e raízes são considerados *rizomas*.

Em muitos casos engrossam e encurtam, assumindo função de armazenamento de reservas, transformando-se em *rizomas bulbosos*, *tubérculos*, *xilopódios* e *bulbos*. Os bulbos são popularmente conhecidos por *cebolas*, caracterizadas pelo envoltório composto de fôlhas

escamosas, grossas, coadjuvantes no armazenamento. É preciso atenção para não confundir caules subterrâneos com raízes. Diferem daquelas pela presença de botões foliares e pela capacidade de formar fôlhas.

Também nos caules aéreos pode haver mudança de função, acompanhada por modificações estruturais. Muitas plantas adaptadas à vida em terrenos áridos diminuem ou abolem sua folhagem. Os caules tornam-se verdes, mesmo nas partes de casca lignificada, e assumem função de nutrição (fotossíntese).

Nos *Cactos*, em muitas *Euforbiáceas*, *Asclepiadáceas* e outras plantas engrossam, acumulando reservas de água e substâncias nutritivas. Caules áfios, verdes, que realizam intensa fotossíntese, são chamados *cladódios* (Comparar Unidades 1 e 20).

Como sabemos através das Unidades 24 e 28, há nos caules arbóreos das *Dicotiledôneas* e das *Gimnospermas* um meristema denominado *câmbio*. Tem a forma dum cilindro ôco, situado entre a casca viva e o corpo central. Promove o engrossamento dos troncos. Para tanto depende da quantidade de substância nutritiva fornecida pelos tecidos clorofilados. Esta varia nas diversas estações do ano. Nos climas frios e temperados pode ser nula no inverno, pelo menos para a vegetação de fôlhas caducas. Nas nossas caatingas e sertões desaparecem durante as sêcas. Normalmente atinge ao máximo na primavera e no verão.

A atividade do câmbio revela, qual espelho fiel, as condições climáticas passadas, gravando-as no aspecto da madeira. No outono e inverno ou em épocas adversas forma pouca madeira, de côr escura, composta de células pequenas. Na época propícia forma madeira mais abundante, de côr clara, composta de células maiores. Num corte transversal dum tronco aparecem estas zonas sob forma de anéis concêntricos. Cada ano de vida da árvore é marcado por um *anel anuário*, que compreende uma zona mais escura e outra mais clara. Em geral há transição paulatina entre a parte clara para a escura do mesmo período de vegetação e limite bem nítido entre a zona escura e clara de dois períodos consecutivos.

A contagem dos anéis permite determinar a idade duma árvore abatida, quando se trata de exemplar que viveu num clima de estações regulares com diferenças marcantes. A clareza dos desenhos é maior ou menor em espécies diferentes. No *Pinheiro-do-Paraná* é bem evidente e permite determinações seguras e certas.

Os anéis tornam-se mais grossos em anos favoráveis e mais estreitos em anos difíceis, com poucas chuvas. Desta maneira evidenciam o clima dos tempos passados. Pinheiros sul-rio-grandenses permitem constatar as sêcas excepcionais do último século.

Nos E. U. A. foram examinados troncos de *Sequóias* de mais de mil anos de idade e com isso foi possível recordar variações do clima em épocas pré-coloniais.

A FÔLHA

Seguindo o pensamento enunciado nos parágrafos anteriores, identificamos a cápsula do esporogônio dos musgos com uma fôlha muito primitiva. Sua *função principal* é a formação de esporos, a *reprodução*. Sòmente na apófise exerce *fotossíntese* e possui epiderme com estomas, como nos demonstra a observação microscópica.

A fôlha das Samambaias, primeira fôlha verdadeira na escala ascendente do Sistema Natural do Reino Vegetal recente, confirma tal asserção.

Há espécies de *Samambaias* nas quais tôdas as fôlhas são nutridoras e reprodutoras e outras, que possuem na mesma planta fôlhas nutridoras sem esporângios e reprodutoras com esporângios. Esta diferenciação torna-se regra nos *Licopódios* e nas *Espermatófitas*, de maneira que falamos simplesmente de fôlhas, quando desejamos designar fôlhas nutridoras apenas e usamos têrmos especiais para designar os diversos tipos de fôlhas reprodutoras. (Comparar Unidades 31 a 36.)

As fôlhas das *Pteridófitas* e *Gimnospermas* são penadas ou simples, pediceladas ou sésseis, sempre desprovidas de estípulas. O jugo inferior de folíolos, em fôlhas penadas, pode imitá-las.

Encontramos estípulas sòmente nas *Angiospermas*. Observações nas fôlhas de *Acácias* e a comparação entre certas fôlhas de *Dicotiledôneas* e *Monocotiledôneas* levam a considerar a fôlha simples dos últimos como filódios derivados das dos primeiros. Há nessas *Acácias*, na mesma árvore, fôlhas biparipenadas normais e outras parecidíssimas com fôlhas de *Monocotiledôneas* (fig. 184).

A lígula de muitas *Monocotiledôneas* mostra ligeira bipartição o que torna provável sua derivação por concrescimento de duas estípulas.

É muito fácil observar esta transformação de fôlhas bipenadas numa sementeira de *Acácia-Mimosa*. As primeiras fôlhas, após os cotilédones, são sempre bipenadas. Depois surgem outras com lâminas cada vez mais curtas e pedicelos cada vez mais dilatados. Até que na planta adulta existem filódios achatados, exclusivamente.

Convém tratar as sementes, antes do plantio, durante algumas horas, com água quente, para acelerar sua germinação.

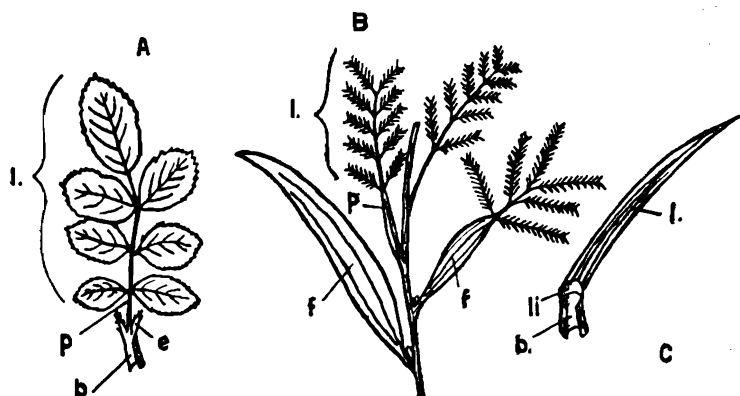


FIG. 184. Partes da fôlha: A — Fôlha duma Dicotiledônea; B — Galho da Acácia (*Acacia melanoxylon*) com fôlhas imparipenadas normais e filódios. C — Fôlha duma Monocotiledônea; b-bainha; e-estípula; f-filódio; l-límbo; li-lígula; p-pedicelo.

A estrutura anatômica foi relatada na Unidade anterior e na primeira parte dêste Manual. Será interessante verificar, através de cortes transversais, a variação dos elementos histológicos em fôlhas de plantas diferentes, de acôrdo com o material disponível.

Também há possibilidade de realizar experiências fáceis para demonstrar os fatos básicos a respeito da *fotossíntese* e *respiração*.

A necessidade da presença da luz para produção de amilo é provada mediante a experiência de máscara, explanada na Unidade 7. O fato de ser formado exclusivamente pelas partes clorofiladas pode ser evidenciado com fôlhas de *Coleus*.

O *Coleus* é cultivado comumente como folhagem ornamental nos nossos jardins, em virtude da beleza de seus tipos multicores, que apresentam, além de zonas verdes, manchas vermelhas, brancas, e eventualmente, amarelas.

Estendemos uma fôlha do *Coleus* por baixo de papel transparente e desenhemos neste, a lápis, os contornos da lâmina e das manchas coloridas. Em seguida extraímos a clorofila e os demais corantes com água quente e álcool a 70%. A fôlha torna-se tôda incolor. Tratada com lugol acusará a presença de amilo nas partes correspondentes às zonas verdes, exclusivamente.

O desprendimento de oxigênio foi verificado com fôlhas de *Elodea* na Unidade 43.

Também o desprendimento do gás carbônico pelos processos respiratórios é fácil de mostrar. Na experiência mais simples colocam-se sementes de ervilha com água num cilindro de vidro alto e

fechado. Iniciada a germinação, haverá respiração muito intensa e, no decorrer de 24 a 48 horas, será gasto todo o oxigênio existente no vaso, sobrando o gás carbônico produzido. Fato êsse facilmente comprovado pela extinção duma vela acesa, baixada cuidadosamente para seu interior, e pela precipitação produzida pelo conteúdo gasoso do vaso numa solução de hidróxido de bário. Convém prender a vela num arame. A mesma experiência pode ser realizada com uma planta inteira ou com folhas em água, se escurecemos o cilindro para evitar a fotossíntese e, se por precaução, estancamos qualquer vazamento possível de gás com mercúrio líquido.

A *forma foliar* pode ser influenciada por fatores ecológicos.

Assim, podemos observar que folhas de plantas crescidas na sombra tornam-se maiores que folhas batidas pelo sol, da mesma espécie. Em árvores das nossas matas chegam a mostrar diferenças de tamanho consideráveis. Parece que a mesma resulta menos duma diferença no número de células presentes do que do tamanho das mesmas, inclusive do dos cloroplastos. A observação microscópica de cortes à navalha ilustra bem êstes fatos. Também as epidermes costumam ser mais resistentes e mais cutinizadas em folhas ensolaradas do que em folhas ensombradas.

Isto tudo explica a necessidade duma prudente aclimação para mudas transportadas duma estufa para o ar livre, etc.

Plantas de ambiente sêco costumam ter folhas pequenas coriáceas ou cobertas de pêlos. A não ser que engrossem para armazenar água.

Nas trepadeiras podem ser parcial ou totalmente transformadas em gavinhas.

Em plantas de pantanais têm freqüentemente órgãos para excreção de água, denominados *estomas aquíferos* ou *hidatódios*.

Nas matas chuvosas chegam a formar *pontas goteiras* (fig. 185) que permitem o escoamento rápido da água de suas lâminas lisas e brilhantes.

Folhas submersas costumam ser dilaceradas, multi-ramificadas e finas, para aumentar a razão entre superfície e volume e, com isso, a intensidade das trocas gasosas (Unidade 13).



FIG. 185. Folha da Figueira Santa, com ponta goteira (*Ficus religiosa*). (Diminuído).

Aconselhamos, de maneira geral, tentar analisar relações desta natureza durante as excursões.

UNIDADE 45

A REPRODUÇÃO DOS VEGETAIS

Reprodução assexuada

Crescimento e reprodução são dois fenômenos muito relacionados um com o outro. Tecidos reprodutivos e tecidos de crescimento têm estruturas análogas. Há quem defina reprodução como um crescimento além dos limites do indivíduo.

A interpretação dos processos de reprodução vegetativa e assexuada não apresenta dificuldade para este conceito. A reprodução sexuada, caracterizada pela fusão de dois gametas na fecundação, também pode ser enquadrada, se levarmos em conta a semelhança entre gametas, zoósporos e esporos, etc., nas Talófitas.

Entendemos por reprodução vegetativa todos os processos de multiplicação do número de indivíduos, resultantes de fenômenos normais de crescimento, sem formação de órgãos ou células especializadas. Existe na maioria dos taxones do Reino Vegetal.

As *Bactérias* dividem-se por cissiparidade.

Diatomáceas (fig. 161 C) multiplicam-se por divisões mitóticas.

Conjugadas unicelulares procedem da mesma maneira. As pluricelulares, do tipo da *Espirogira* (fig. 160), quebram em pedaços, que regeneram plantas inteiras.

O mesmo ocorre com as *Carófitas* (fig. 155).

Nos talos dicotômicos das *Hepáticas*, nas plantas esporofíticas de *Licopódios*, *Selaginelas* e outros *Pteridófitos* observamos curioso fenômeno. Apresentam crescimento apical, dividindo a sua ponta regularmente e repetidamente em duas partes iguais. Os ípsilons formados (fig. 186), apodrecem na parte mais velha, transformando as pontas em numerosas plantas independentes.

Fenômenos análogos são comuns em muitas *Espermatófitas*. Lembramos a multiplicação natural dos *Morangos* (fig. 187), que emitem ramificações rastejantes do caule, denominados *estolões*, e

que originam plantas novas, à distância. Mais tarde apodrecem tornando independentes suas mudas. O fenômeno é comum nas *Gramíneas* e

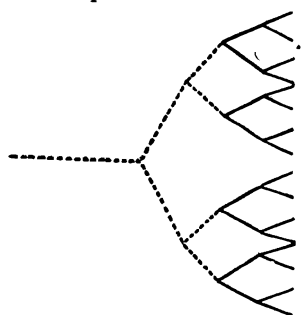


FIG. 186. Esquema duma ramificação dicotômica; caso as partes pontilhadas apodreçam, resulta multiplicação vegetativa.

Ciperáceas, como na *Tiririca* em que há estolões subterrâneos com pequenos tubérculos. *Dálias* e outras plantas cultivadas e silvestres reproduzem-se por batatas. Na *Fôlha-da-Fortuna* (fig. 188) formam-se numerosas plantas adventícias na margem de qualquer fôlha. A observação direta da natureza e a revisão da matéria da primeira parte dêste Manual poderão aumentar o número de exemplos e modalidades.

Na *Canade-Açúcar*, na *Mandioca*, na *Batata-Inglêsa*, nas *Roseiras* e em muitas árvores frutíferas utilizamos reprodução vegetativa artificial, coadjuvada pelo poder de regeneração dos vegetais, para aumentar nossas culturas por meio de enxertos, mudas, estacas, bulbos, etc.

A reprodução *assexuada*, propriamente dita, é bem observada nas *Algas Verdes*, nos *Fungos*, nos *Musgos* e nas *Samambaias*. Existe de maneira algo disfarçada nas *Espermatófitas*.

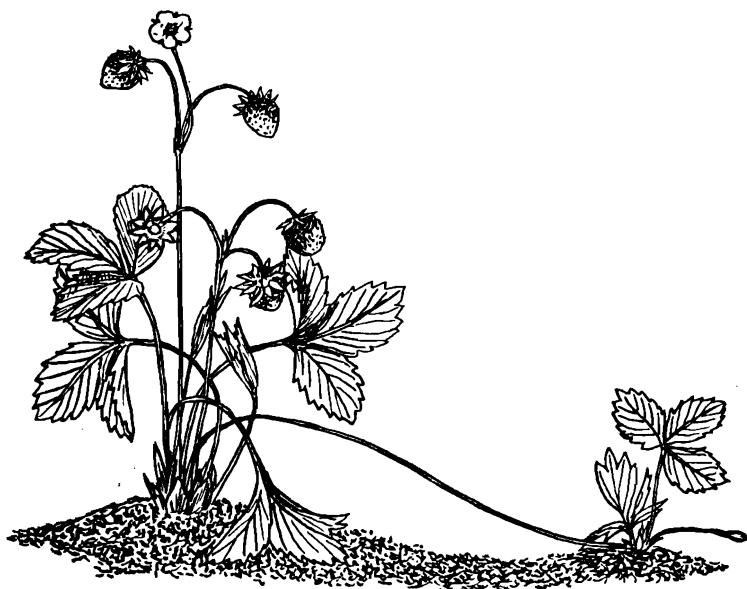


FIG. 187. Multiplicação vegetativa. Morango com estolão, originando plantinha nova à direita.

Algas Verdes produzem zoósporos, isto é, transformam o protoplasto de certas células em organismos dotados de flagelos ou cílios, que lhes permitem procurar um novo local propício, para colonizá-lo (fig. 159).

Fato análogo ocorre em *Bolores aquáticos* (fig. 165).

Bolores terrestres podem formar esporos sem flagelos nem cílios, no interior dum esporângio, ou por estrangulamento duma hifa. No último caso, que encontra seu paralelo nas *Bactérias*, recebem a denominação de *conídios* (figs. 167 e 168).

Estes esporos e zoósporos são todos haplóides, originados de talo haplóide.



FIG. 188. Multiplicação vegetativa. *Fôlha-da-Fortuna* com plantas adventícias.

Já os *ascósporos* e *basidiósporos* (fig. 175) dos *Cogumelos-de-Chapéu*, apesar de haplóides, provêm de células diplóides que passam por uma divisão redutora.

Os esporos haplóides das *Briófitas* e das *Pteridófitas* são sempre produtos da meiose.

Nas *Briófitas* são sempre todos do mesmo tipo (isoporadas) e formados no interior da cápsula do esporogônio (figs. 146 e 147).

Nas *Pteridófitas* há formas isoporadas e heterosporadas (fig. 126). Nas últimas existe diferenciação sexual, pois há esporos femininos e masculinos. Esta diferenciação estende-se às próprias folhas reprodutoras nas *Selagineláceas* e nas *Espermatófitas*.

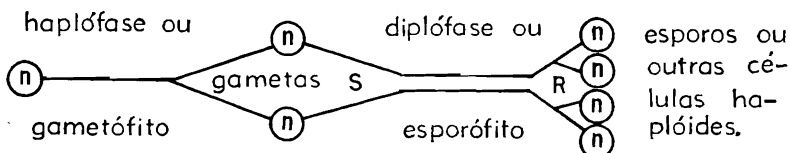
A reprodução assexuada das *Espermatófitas* é pouco evidente. Sòmente pode ser percebida mediante comparação rigorosa dos ciclos evolutivos destas e dos *Pteridófitos* heterosporados. O grão de pólen corresponde a um esporo masculino e o esporo feminino desenvolve-se no interior do saco embrionário dum óvulo (Comparar Unidades 1, 29 e 36).

Reprodução sexuada

É costume definir como sexuados todos os processos reprodutivos que, no seu desenrolar, compreendem a fusão de duas células haplóides numa diplóide, ou seja, nos quais há fecundação.

A existência da fecundação exige o fenómeno antagónico, a *divisão redutora*, que caracteriza o início da fase gametofítica ou sexuada nas *Pteridófitas* e *Espermatófitas* e ocorre, com modalidades variáveis, também nas *Talófitas*. Se a fecundação transforma células haplóides em diplóides, é a divisão redutora que as reduz de novo ao estado haplóide.

Todos os ciclos evolutivos de seres vivos, dotados de processo sexuada, podem ser enquadrados no seguinte esquema geral, no qual *S* significa fecundação, símbolo da sexualidade, e *R*, divisão redutora.



O que varia nos diversos taxones vegetais e animais é a extensão das gerações alternantes.

Nos animais superiores e nalgumas *Talófitas* há abolição duma haplófase pluricelular, donde resulta identidade dos processos formativos de esporos e gametas.

Nas *Arquegoniadas* e *Espermatófitas* existem ambas as gerações com estrutura pluricelular.

Nas *Algas Verdes* mencionadas é o esporófito diplóide, que fica reduzido a uma única célula, denominada zigoto. Constitui outro extremo da distribuição da alternância de gerações.

Limitando-nos aos fenómenos essenciais da reprodução sexuada dos vegetais, observemos as variações ou tipos seguintes:

Navícula e *Spirogyra* (Comparar Unidade 37) apresentam reprodução isogâmica. Os gametas, que se fundem, são os protoplastos nus e completos de duas células, perfeitamente iguais entre si. No primeiro caso, sua fusão ocorre na própria água do ambiente; e no segundo caso, numa das duas células. Em ambas as formas há movimento amebóide dos gametas.

Na *Vaucheria* e *Oedogonium* existe heterogamia. Os gametas são células completas dotadas de membrana. Os gametas masculinos têm estrutura semelhante à dos zoósporos. São, porém, menores. Os gametas femininos diferem pela falta de cílios ou flagelos e pelo tamanho maior. Para realizar a fecundação é necessário que os gametas masculinos atravessem a nado a água entre os dois gametângios.

Também nos Fungos (Comparar Unidade 38) há casos de heterogamia e de isogamia.

O *Bolor aquático* (*Saprolegnia*) é heterogâmico. Os gametas femininos são células completas, membranadas. Os masculinos estão reduzidos a núcleos, carregados passivamente pelo citoplasma para o interior dos gametas femininos, através de finos canalículos de fecundação.

O *Bolor do Pão* (*Mucor*) é isogâmico. Ambos os gametas são núcleos generativos (*Cariogamia*).

Situação semelhante existe nos *Cogumelos-de-Chapéu* e formas afins.

Nas Arquegoniadas (Unidades 31-36), bem como nas *Espermatófitas* existe heterogamia unicamente.

O gameta feminino é uma célula membranada, desprovida de cloroplastos.

O gameta masculino das *Briófitas* e *Pteridófitas* é uma célula quase desprovida de citoplasma. Possui flagelos ou cílios para locomoção. É dotado de substâncias de reserva, que substituem os cloroplastos como fonte de energia. A fecundação é possível quando existe uma ponte de água entre os gametângios. Na maioria dos casos trata-se de água de chuva ou de gotas de orvalho.

As *Cicadáceas* (Unidade 29) diferem desse modelo pela falta da vesícula com substâncias de reserva no gameta masculino (fig. 119 C), explicável em vista do fato de não precisar locomover-se em água meteórica. Realiza a fecundação atravessando a câmara polínica do óvulo, repleta dum líquido nutritivo (suco celular), do qual pode absorver diretamente as substâncias necessárias para a respiração celular.

Coníferas e *Angiospermas* (Unidades 1 a 28 e 30) reduzem o gameta masculino a um núcleo generativo, carregando-o passivamente pelo tubo polínico para o local de seu destino, no gameta feminino. Abolem a necessidade da presença dum líquido para a fecundação. Completam, assim, a conquista definitiva da terra firme. (Comparar Unidade 30 e fig. 154.)

Biologia floral

A flor, órgão principal de reprodução das *Espermatófitas*, tem por finalidade produzir sementes. Sua estrutura e seu funcionamento visam à conquista do ambiente da terra firme. Este ambiente cria, para as plantas, novos problemas ecológicos: *polinização* e *disseminação das sementes*, dois dos mais importantes. A investigação das

relações entre a organização floral e os agentes polinizadores, bem como da estrutura dos frutos e das sementes em relação à sua dispersão e disseminação constituem o tema principal da *Biologia floral*, disciplina vasta e importante, da qual pretendemos esclarecer alguns aspectos básicos, preparando professores e alunos para observações pessoais, interessantíssimas, e talvez, no nosso país, até para novas descobertas.

A polinização pode ser efetuada por animais, pelo vento, e, raras vezes, pela água ou pelos próprios órgãos florais.

As *flôres anemófilas* das *Angiospermas* (grego: *anemos* = vento, *philos* = amigo) destacam-se pela falta de corolas e cálices vistosos, pela presença de estigmas plumosos, aptos a captar o finíssimo pó, constituído pelos numerosos grãos de pólen, pequenos, leves, lisos e secos. São encontrados na família das Gramíneas, etc. Suas anteras fecham suas aberturas durante dias e noites chuvosos ou demasiadamente úmidos.

As *Gimnospermas* são tôdas anemófilas (Unidades 28 e 29). Suas flôres captam o pólen por meio duma gôta de suco viscoso, segregado pela *abertura* do óvulo.

A *polinização pela água* é muito rara. Encontramo-la na *Valisneria* e *Elodea*, que cultivamos no aquário escolar. *Valisneria* possui flôres unissexuadas. As masculinas desprendem-se dos pedicelos e ficam boiando na superfície da água. Impelidas pelo vento ou pela correnteza, encostam por acaso numa flor feminina, efetuando a polinização. A flor polinizada é retraída para dentro da água, onde amadurecem frutos e sementes.

A *polinização por animais* é realizada por insetos e, caso menos comum, por pássaros ou lêmbras.

Podemos interpretar certas características de cada verticilo floral, bem como a flor inteira sob o prisma das relações de sua estrutura com o processo de polinização. O tema é vasto e muito variado, tanto que nos limitaremos a alguns exemplos.

Insetos e pássaros são atraídos para a flor pela côr, pelo perfume ou cheiro e pelo néctar. Parece que o olfato, muito desenvolvido nos insetos, age sobre distâncias maiores que a visão. Na maioria dos casos são côr e aroma em conjunto que guiam os polinizadores.

O *cálice* tem por função básica servir de invólucro protetor para o botão floral na fase de seu amadurecimento e, em muitos casos, durante as horas em que a flor permanece temporariamente fechada. Para tanto, é composto de sépalas verdes ou incolores pouco vistosas.

Nos *Nenúfares* e outras plantas é colorido na face interna das sépalas, contribuindo para a formação dum vistoso aparelho chamarriz. Às vezes chega a substituir a corola.

Como os demais verticilos florais, pode formar reservatórios para o néctar. Na *Chagas Maior* (fig. 189), além de ser colorido, transforma a sépala mediana, superior, num longo esporão nectarífero. Muitas vezes é roubado por insetos, que, por assim dizer, se negam a pagar o justo preço, mordendo o esporão sem polinizar a flor.

Certas plantas, como a *Silene* e outras Primuláceas (fig. 190) tentam proteger-se contra tais assaltantes, formando um cálice, grande e inflado, ao redor dos nectários.

A corola, com sua beleza de côres, formas e desenhos variados e bizarros, cantada pelos poetas e admirada por todos, destina seu aspecto e seu aroma à atração dos polinizadores. Forma, como se diz em linguagem científica, a parte mais importante do aparelho chamariz da flor. Suas côres costumam ser mais vivas na face interna que na externa das pétalas.

Como já acima mencionamos, costuma faltar nas flôres polinizadas pelo vento ou pela água.

Os desenhos encontrados nas pétalas parecem ser mais que simples ornamentos. Quais sinais de tráfego, indicam o caminho para o esconderijo do mel. Assim ocorre nas *Orquídeas* (Unidade 2) e de maneira surpreendente nos *Maracujás* ou *Passifloras* (fig. 191), cujo néctar está tão bem escondido que dificilmente seria encontrado sem as flechas indicadoras, constituídas pelos filamentos bicolors da corola interna.

As plantas noturnas costumam ter o aroma mais forte, pôsto que o uso da visão é dificultada durante a noite. Assim nos mostram a *Madressilva*, a *Bonina* e outras espécies.

FIG. 190. Flôres com nectários protegidos pelo cálice inflado, contra mordeduras de insetos; c-cálice. (*Silene inflata*, — *Cariofilácea*).

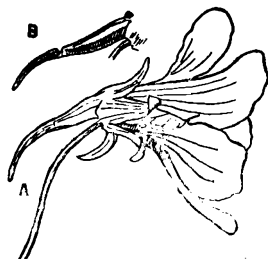


FIG. 189. *Chagas* ou *Capuchinho*. A — Flor com esporão nectarífero constituído pela sépala mediana superior. B — Esporão violado por mordida de inseto.

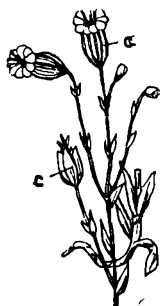


FIG. 190. Flôres com nectários protegidos pelo cálice inflado, contra mordeduras de insetos; c-cálice. (*Silene inflata*, — *Cariofilácea*).

(Fam. *Malpighiáceae*) ou entre seus verticilos internos, como na *Laranja* (fig. 72). As *Euforbiáceas* (Comparar Unidade 15) costumam apresentar nectários extraflorais.

Muitas flôres fecham suas corolas durante a noite ou em dias chuvosos, cobrindo os estames com as pétalas. O umedecimento

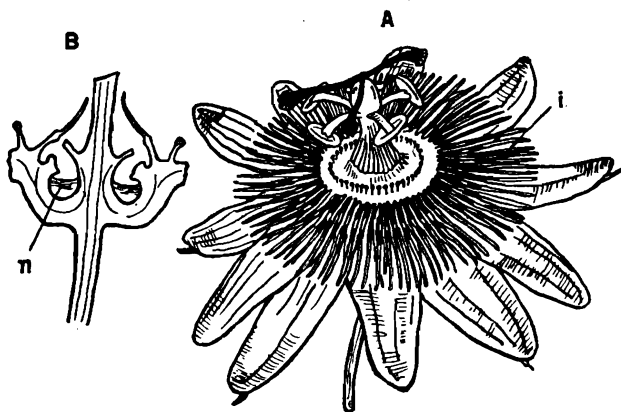


FIG. 191. Maracujá (*Passiflora caerulea*). A — Flor inteira mostrando os indicadores de mel. B — Corte longitudinal de parte central da mesma flor, mostrando a localização dos nectários; i-indicadores do mel; n-néctar.

anormal do pólen pode produzir prejuízos muito grandes em plantas sensíveis, como podemos notar na colheita fraca de *Pessegueiros*, *Macieiras*, etc., nos anos em que choveu durante o seu florescimento.

O *androceu* tem por finalidade produzir pólen e distribuí-lo. Em muitas *Mimosáceas*, *Cesalpináceas*, *Melastomáceas*, *Mirtáceas*, etc. (Comparar as Unidades 10, 11 e 17) contribui para a formação do aparelho chamariz, ora pelo contraste da cor dos filêtes compridos e numerosos com as pétalas, ora por sua forma peculiar, ora substituindo-as na sua função atrativa.

O *gineceu*, origem dos frutos e das sementes, pode contribuir para a atração dos polinizadores por meio de nectários.

Mais interessante ainda que o estudo dos verticilos isolados é o da flor como todo.

Já explicamos na primeira parte d'êste Manual a organização das *Áráceas* (Unidade 3), das *Orquídeas* (Unidade 7), das *Figueiras* (Unidade 14) e de outras plantas. Para dar melhor idéia da multiplicidade de estruturas, chamamos a atenção para as *Asclepiadáceas* e *Aristolóquiáceas*.

O *Oficial-de-Sala* (*Asclepias curassavica*), com sua umbela de flôres amarelas e vermelhas, é uma *Asclepiadácea* comum no nosso país. Sua flor tem a fórmula $K5 C(5) (A5 G3)$. Seus estames são condescidos com o gineceu, que constitui uma plataforma muito lisa, dotada de cinco fendas laterais finíssimas. As môscas, atraídas por um fraco cheiro nauseabundo, pousam nela, e, escorregando-se, enfiam as pontas curvas de suas patas naquelas fendinhas. Ao levan-

tar vôo, arrancam os polínios, ali escondidos, e os levam para outra flor. Nas flôres das Asclepiadáceas, o pólen é reunido em *polínios*, como nas Orquídeas, e prêso um em cada lado num gancho denominado *retináculo* (fig. 192).

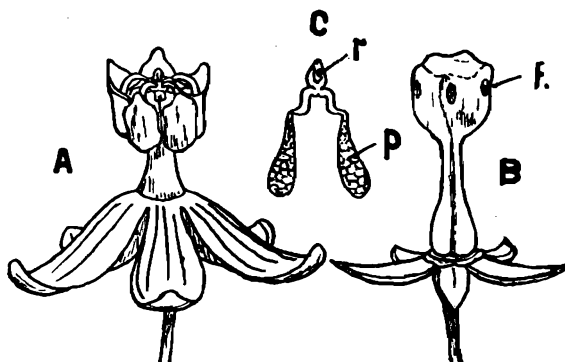


FIG. 192. Oficial-de-Sala (*Asclepias curassavica*). A — Flor inteira; B — Flor sem corola e partes dos estames, mostrando as fendas no estigma; C — Retináculo com dois polínios; f-fenda; p-polínio; r-retináculo.

É fácil verificar o fenômeno, fazendo as vêzes da pata do inseto com a ponta dum alfinêto fino, para extrair polínios e retináculo.

As *Aristolóquias* (fig. 193), conhecidas por *Papo-de-Peru* ou *Cipó-Mil-Homens*, criaram a fama injusta de serem insetívoras. Atraem as mósas polinizadoras, pelo mau cheiro para o interior do tubo floral profundo. Nas paredes dêste, há cerdas oblíquas, rijas que deixam a môsca entrar, porém impedem sua saída. Polinizada a flor, murcham as cerdas e os insetos são postos em liberdade.

O *Brinco-de-Princesa* costuma ser polinizado por beija-flôres. Êstes e as borboletas noturnas, que respectivamente possuem bicos e trombas compridas, são capazes de sugar o néctar das flôres com corola profunda e estreita. Não sabemos por certo se os pássaros procuram sòmente o néctar. Talvez pesquem antes de tudo, os insetos pequenos, que a miúdo se afogam no líquido abundante.

Polinização por lêsmas foi observada nalgumas *Aráceas*. As lês-mas ao devorarem partes da espata, etc., carregam na sua mucilagem, grãos de pólen para o estigma das pequenas flôres femininas, que, por acaso, não destruíram.

Deve-se investigar os meios empregados pela maioria dos vegetais para evitar a *autopolinização*, ou seja, a polinização do estigma com o pólen da mesma flor.

Os mais comuns são a *protandria*, a *protoginia* e a *heterostilia*.

Na *protandria* amadurecem as anteras com o pólen antes que os estigmas da mesma flor ou da mesma planta sejam capacitados a recebê-lo. Na *protoginia* observamos sequência inversa.

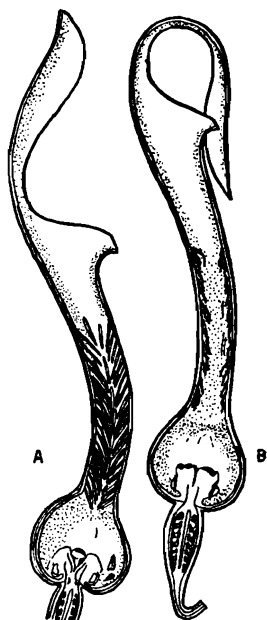


FIG. 193. *Papo-de-Peru* (*Aristolochia* spp.). A — Corte longitudinal duma flor não polinizada com cerdas rijas; B — após a polinização com cerdas murchas.

Heterostilia existe, p. ex., nalgumas *Azedinhas* (*Oxalis* spp.), que possuem três tipos de flôres com posição diferente dos estigmas e das anteras (fig. 194). Se forem visitadas pelo mesmo animal, será o pólen forçosamente depositado sobre o estigma duma flor cuja altura corresponda à dos estames que empoaram determinada parte do corpo do inseto. Isto é, nunca para a mesma flor, nem para uma flor do mesmo tipo (fig. 194).

Em outros casos é a estrutura do pólen que não se adapta à estrutura do estigma, etc.; tais flôres possuem tipos de pólenes correspondentes a estigmas diferentes.

A autopolinização constitui exceção rara no reino vegetal.

Muito importante para a sobrevivência duma espécie é a larga distribuição de seus frutos e de suas sementes.

Também esta pode ser realizada pelo vento, pela água, por animais e meios mecânicos.

São freqüentes, frutos e sementes dotados de pára-quedas, ou munidos de uma ou várias asas, que lhes possibilitam o vôo à distância. Tanto pára-quedas como asas podem ser constituídos de restos de cálices ou pela casca da semente, etc.

A noz do *Côco-do-Bahia* (Unidade 4) é adaptada ao transporte pelas ondas do oceano.

A parte saborosa dos frutos comestíveis serve de compensação para a disseminação de suas sementes pelo homem e animais herbívoros.

Outras plantas munem seus frutos de ganchos, cerdas, asperezas ou colas aderentes para garantir seu transporte na pele de animais.

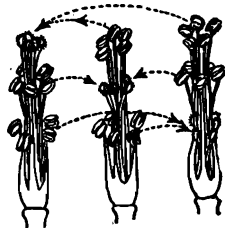


FIG. 194. *Azedinha* (*Oxalis gracilis*). *Heterostilia*. Três tipos de flôres existentes nesta espécie, que dificultam a autopolinização pela diferença de comprimento de estilete e estames. A polinização por insetos, provável nas combinações indicadas pelas flechas. Todas as flôres sem corola nem cálice.

A *Erva-de-Passarinho* é transportada no estômago dos pássaros, sem que sua semente seja destruída ou prejudicada pelos sucos digestivos.

A *Mamona* (Unidade 15) abre suas cápsulas explosivamente, lançando as sementes com jato forte para longe.

Nas *Orquídeas* (Unidade 7) são tão pequenas que podem ser levadas pelo vento.

A observação de qualquer planta silvestre ou cultivada poderá fornecer novos exemplos e novas idéias para os fenômenos esboçados.

UNIDADE 46

PLANTAS ÚTEIS

Tôda a alimentação, incluindo a dos homens, depende direta ou indiretamente da fotossíntese, privativa dos vegetais.

Além disso, precisamos de produtos vegetais como matéria-prima para quase todos os ramos da indústria, com exceção apenas, dos que se ocupam com a metalurgia e a química inorgânica, exclusivamente. As numerosas substâncias sintéticas, substitutos de mercadorias raras ou caras, por sua vez, necessitam de matérias-primas, mais comuns e baratas, geralmente obtidas de plantas ou então de animais, alimentados com forrageiras.

Neste sentido é necessário lembrar-se que a hulha e outros carvões não passam de vegetais fósseis e que mesmo o óleo denominado mineral tem origem orgânica.

Considerando todos êstes fatos indiscutíveis, parece indispensável para pessoa culta o conhecimento das principais plantas úteis do Brasil e do mundo.

A) CEREAIS E OUTRAS PLANTAS ALIMENTÍCIAS

A palavra *Cereais* é derivada do nome da deusa romana *Ceres*, protetora da colheita e da agricultura. É aplicado a numerosas Gramíneas, cujos grãos constituem parcela importante do suprimento de carboidratos na alimentação humana, em todos os continentes.

Entre nós prevalecem o *Milho* (Unidade 5) o *Trigo* e o *Arroz*. A *Aveia*, o *Centeio* e a *Cevada*, muito usados em outros países, têm importância menor no Brasil.

Comemos o *Milho* sob a forma da espiga verde, o próprio grão, ou sob a forma de farinha. Sua utilidade máxima está no seu emprego como forrageira, principalmente, para engordar porcos. Dá boas colheitas, mesmo em terras medíocres. Infelizmente não protege o solo contra a erosão.

O *Trigo*, planta cultivada das mais antigas, é o principal fornecedor de farinha para panificação. Sua cultura está estendendo-se cada vez mais no Rio Grande do Sul e em outros Estados. Tanto que talvez não esteja longe o tempo em que deixaremos de comprá-lo do Canadá, dos E. U. A. e da Argentina, nossos atuais fornecedores mais importantes.

O *Arroz* em grão combinado com o *Feijão* e a carne, fornece o prato de subsistência da população brasileira. Sua cultura depende da presença de água doce em abundância. Precisa ser periodicamente inundado para crescer bem. Como o Milho, é espécie nativa da América, e já era conhecida dos índios da época pré-colombiana.

A *Aveia* é industrializada em forma de flocos, amilo, etc., o que também é possível fazer com as espécies anteriores. Sua importância principal é de planta forrageira, especialmente no hemisfério boreal.

Cevada e *Centeio* fornecem farinha para pão prêto, pouco usado entre nós. No entanto, a *Cevada* é indispensável para fabricação de cerveja.

Fontes adicionais de carboidratos fornecem: *Batata-doce*, *Aipim*, *Batata-inglês*, *Feijão*, *Ervilha*, *Lentilha*, *Feijão-soja* e outras plantas.

A *Batata-doce* foi objeto de estudo da Unidade 21.

O *Aipim* é planta indígena do Brasil, cultivada nas roças dos colonos com frequência quase igual à do Milho. Aproveitam-se suas raízes e a farinha delas preparada (Comparar com a Unidade 15) (fig. 195).

A *Batata-inglês*, procedente da América, tem seu centro principal de cultura na Europa Central. Preenche quase 1/3 das necessidades de amilo de sua população. Os tubérculos, formados por galhos subterrâneos, desenvolvem-se bem em terras arenosas.

Feijão, *Ervilha*, *Lentilha*, etc., são Papilionáceas cultivadas no mundo inteiro. Entre nós é tradicional o tipo de *Feijão-prêto*, com pequenos grãos escuros e lisos. O número de variedades conhecidas e utilizadas, inclusive como vagem, é extraordinariamente grande.

Modernamente está introduzindo-se em nosso país o cultivo do *Feijão-soja*. Além do amilo, possui nos seus grãos, considerável quantidade de proteínas e gorduras, aproveitáveis para alimentação e industrialização.



FIG. 195. *Aipim* (*Manihot* utilíssima).

Açúcar, outrora produto monopolizado pelo Estado de Pernambuco, continua sendo importante artigo de exportação e consumo interno. No Brasil é extraído da *Cana-de-açúcar*, exclusivamente (fig. 196). Cresce bem até no extremo Sul do nosso território. Na Europa é fornecido pela raiz tuberosa da Beterraba, selecionada e melhorada ao ponto de fazer concorrência vantajosa à Cana. Nos E. U. A. é muito comum a extração do suco duma árvore denominada *Sugar maple*, vendido como melado para consumo direto ou para refinação.

Lembramos também algumas das *verduras* de maior importância e uso mais freqüente, tais como as *Couves*, *Cenouras*, *Nabos*, *Couve-flor*, *Palmito*, *Espinafre*, *Espargo*, *Cebola*, *Tomate*, *Berinjela*, *Pimentão*, etc., sem as quais não é concebível uma alimentação variada e saudável.

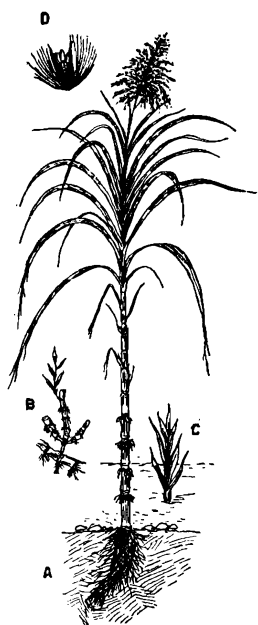


FIG. 196. *Cana-de-açúcar* (*Saccharum officinarum*)
A — Planta florida; B — regeneração de estaca; C — Planta nova; D — Flor.

B) ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS

Como o amido e o açúcar, também os óleos gordurosos são substâncias de reserva dos vegetais. Encontramo-los nas células de quase tôdas as sementes maduras, em quantidade e qualidade variáveis. De acôrdo com o paladar, sua consistência e sua composição química, têm aproveitamento diferente: ora como azeites e gorduras comestíveis, ora para fabricação de sabão, tinta e vernizes, ora como lubrificantes, combustíveis e para fins medicinais.

São extraídos por três métodos diferentes.

No mais primitivo, fervem-se as sementes ou frutos despedaçados em água, colhendo a gordura, dissolvida e sobrenadante, após o esfriamento.

Com maior eficiência tiram-se as gorduras por meio de pressão, com prensas bastante potentes. Obtêm-se óleos muito puros e resíduos ou tortas, em muitos casos, aproveitáveis como boa forragem.

A extração de maior rendimento submete a matéria-prima à ação de solventes como benzina, tetracloreto de carbônio ou tricloretilena. Se bem que êsse método forneça colheita maior que os outros, é mais dispendioso e costuma produzir resíduos sem valor.

A consistência e até certo ponto também o paladar podem ser

modificados por métodos especiais de purificação e beneficiamento. Óleos mais ou menos líquidos podem ser transformados em gorduras pastosas, semelhantes à manteiga (margarina), etc.

O número de plantas oleíferas aproveitáveis é extraordinariamente grande e seu valor varia com as regiões em que se encontram. Citamos a seguir algumas das mais importantes para o Brasil.

A semente do *Algodão*, subproduto das grandes culturas algodoeiras, que visam à colheita de fibras têxteis, fornece bom azeite comestível.

A *Oliveira* (fig. 197), cultivada principalmente nos países do Mediterrâneo e, cada vez mais entre nós, produz um dos mais afamados azeites de mesa. Certas qualidades inferiores são usadas para fabricação de sabão e como lubrificantes finos. Regionalmente serve para combustível.

O *Coqueiro-da-Bahia* (Unidade 4) fornece matéria-prima de máxima importância para fins culinários e industriais. Dela prepara-se gordura de mesa, manteiga artificial (margarina), ungüentos medicinais, sabões finos, etc. Onde existe em abundância é utilizado para combustível de lamparinas. O comércio de "*copra*", (é êsse o nome comercial dado ao seu endosperma sêco) constitui a riqueza principal das Ilhas do Oceano Pacífico e contribui para o bem-estar do litoral tropical brasileiro.

A semente do *Linho*, (fig. 198) fornece um óleo de muitas utilidades e vasto consumo internacional. É usado para fabricação de tintas, vernizes, sabão, massa de vidraceiro, etc. Foi possível aclimatar variedades oleíferas e outras, fornecedoras de fibras têxteis, ao *habitat* sul-brasileiro.

O *Rícino* (Unidade 15), planta ruderal, cosmopolita contém nas sementes grande quantidade de óleo, usado como purgante e para lubrificação de motores de alta rotação (aviação).

Sua aparentada é a árvore asiática denominada *Tungue*, cuja cultura se propaga cada vez mais no nosso país, em virtude do valor do óleo das sementes, de excelentes qualidades para tintas, vernizes, etc.

Os óleos extraídos das sementes do *Amendoim*, dos frutos da *Palmeira-de-Dendê* ou *Dendêzeiro*, da *Castanha-do-Pará*, do *Girassol* e de outras plantas indígenas e cultivadas fornecem bons azeites



FIG. 197. *Oliveira* (*Olea europaea*). A — Galho com frutos; B — Fruto ou azeitona; C — A mesma cortada longitudinalmente; D — Corola floral; E — Seção longitudinal do ovário.

de cozinha, aproveitáveis também para industrialização. É de se ressaltar o alto teor em vitamina A no azeite de Dendê, aproveitado para fins culinários e medicinais.



FIG. 198. *Linum usitatissimum*)
a-flor; b-botão floral;
c-cápsula.

Não devemos esquecer a *manteiga-de-cacau*, subproduto da cultura dos *Cacaueiros*, esteio firme da economia baiana, utilizado no preparo do chocolate na cosmética e no preparo de ungüentos, pílulas, etc.

O *Côco-Babaçu* e o *Caju* são outras plantas oleíferas brasileiras.

Finalizando uma enumeração rápida, suscetível à vasta suplementação em qualquer das regiões da grande pátria brasileira e do estrangeiro, lembramos, ainda, o já citado *Feijão-soja*, cuja cultura, proveniente da Ásia, está sendo promovida com muita vantagem no nosso país, pois, além de fornecer bastante amido e proteínas, contém nas sementes gordura boa para fins alimentícios e para todos os tipos de industrialização e beneficiamento, podendo servir de substituto ao Óleo de Linhaça.

C) FRUTAS

Frutas saborosas existem em tôdas as partes do mundo, ora silvestres, ora cultivadas. O número de espécies aproveitadas e conhecidas é enorme. Será uma contribuição interessante, para alunos e mestres, citar e descrever as formas brasileiras, regionais (Comparar com a Unidade 17). As pesquisas sobre o conhecimento exato, o aproveitamento e o melhoramento por seleção e cultura das nossas frutas silvestres, só agora estão sendo iniciadas.

As frutas, como alimento adicional e básico, são, além de agradáveis e deliciosas, indispensáveis à saúde humana, em virtude do seu teor em vitaminas e sais minerais, insuficiente na maioria dos alimentos farináceos e gordurosos (feijão, arroz, batata, aipim, etc.).

Algumas espécies destacam-se pela sua importância para a economia de certas regiões brasileiras. Seu aproveitamento em escala maior depende de beneficiamento, possibilidades de armazenamento e transporte adequados (refrigeração, etc.). Entre nós têm vulto maior as culturas das *frutas cítricas*, como *laranjas* (Unidade 16), *limão*, *lima*, *bergamota*, etc. Poderão fazer concorrência às alienígenas no momento em que dispusermos de meios melhores para seu armazenamento e transporte em navios-frigoríficos.

Também a *Banana* (Unidade 6), com muitas variedades, é objeto de comércio internacional, com ou sem beneficiamento. Cresce bem em todo o Brasil.

A exportação do *Abacaxi* (fig. 199) enriquece Pernambuco e outros Estados.



FIG. 199. *Abacaxi* com fruto (*Ananas sativus*).

A *Manga* (fig. 200) e a *Jaca* contribuem para melhorar o repasto do brasileiro nos Estados de clima tropical.

A cultura do *Abacateiro* (Unidade 12) está em franco progresso.

A *Uva*, base da indústria do vinho, torna próspera parte do Rio Grande do Sul, de S. Catarina e São Paulo. Vinhos rio-grandenses e catarinenses são conhecidos através de todo o território nacional.

A maioria das frutas européias, como o *Figo*, *Amoras*, *Pêssegos*, *Ameixas*, *Maçãs* e *Peras* encontram clima e solo propícios para seu desenvolvimento nas variadas regiões da nossa Pátria.

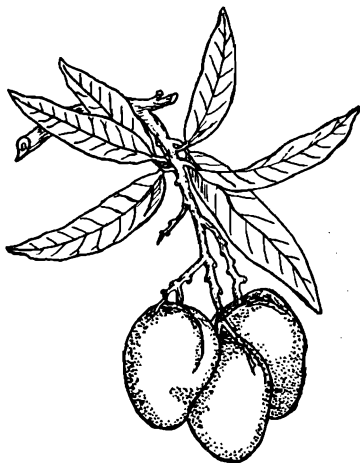


FIG. 200. *Manga* (*Mangifera indica*).

D) CONDIMENTOS E BEBIDAS

Além das frutas são os condimentos e as bebidas de origem vegetal complementos agradáveis e indispensáveis para nosso bem-estar.

Existem em grande número e variedade. No entanto, podem ser reduzidos a poucos exemplos, se nos restringirmos aos mais importantes sob o ponto de vista internacional e nacional.

As plantas utilizadas pertencem a taxones bem diferentes. Todos os órgãos das cormófitas estão sendo utilizados, ora um, ora outro.

Usamos o *rizoma* do *Gengibre*, em forma sêca, como condimento e preparamos com êle uma bebida refrescante.

A *casca* dos galhos da *Canela legítima*, procedente do Ceilão, raras vêzes cultivada entre nós, pode ser adquirida nos nossos mercados, moída, em pó, ou sob forma de canudos ocos. Parece haver espécies indígenas capazes de substituí-la.

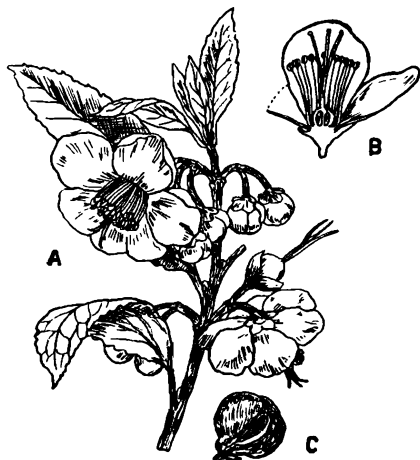


FIG. 201. *Chá-da-Índia* (*Thea sinensis*). A — Galho florido; B — Corte longitudinal da flor; C — Fruto.

A *Erva-mate*, bebida tradicional dos gaúchos (chimarrão), é preparada das folhas e dos caules da árvore de nome igual.

As folhas do *Chá-da-Índia* (fig. 201), cultivado em Minas Gerais e São Paulo, são a base de intenso comércio.

Folhas da *Manjerona* e da árvore do *Louro* são indispensáveis para o preparo de pratos de carne, massa, etc.

Sementes aromáticas tiramos dos frutos duma orquídea trepadeira denominada *Baunilha* (*Vanilla spp.*).

Quem desconhece as virtudes das sementes do *Cafêzeiro* (Unidade 25) e do *Guaraná*, que, junto com a *Erva-mate* e *Chá-da-Índia*, são os principais produtores de *caféina*, base dos efeitos estimulantes das respectivas bebidas?

O *Guaraná* é uma trepadeira indígena, geralmente colhida no mato. Sua cultura ainda não se encontra organizada. As sementes estão sendo transformadas numa pasta, que endurece depois de ter sido amoldada em bastões simples ou figuras de animais. Nesta forma estão sendo apresentadas ao comércio.

A cultura do *Cacaueiro* de tanta importância para a Bahia e outros Estados brasileiros, bem como para várias nações estrangeiras, visa ao aproveitamento praticamente exclusivo das sementes.

Para dar uma idéia da diversidade de frutas aromáticas apimentadas, etc., citamos o *Cominho*, utilizado para a produção de certas bebidas alcoólicas (*Kümmel* dos alemães), a *Era-doce*, o *Cardamomo*, e a *Noz-moscada*, aproveitadas para o preparo de baías, chocolates, sobremesas, etc.

A *Pimenta-do-reino* e o *Pimentão* são temperos comuns nas nossas refeições (figs. 202 e 203).



FIG. 202. *Pimenta-do-reino* (*Piper nigrum*).

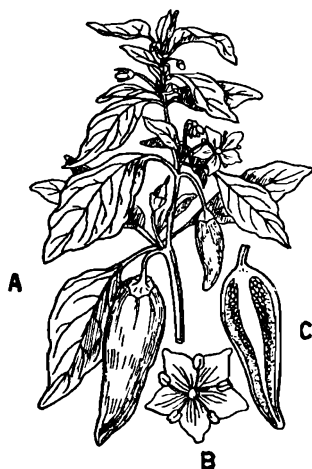


FIG. 203. *Pimentão* (*Capsicum annuum*) A — Galho com flôres e frutos; B — Flor; C — Corte longitudinal de um fruto.

Será tema interessante aprofundar, objetivar e ampliar os conhecimentos supracitados.

E) FIBRAS TÊXTEIS

Espermatófitas e *Pteridófitas* têm nos seus caules, nas folhas e nas raízes, feixes de células denominados *feixes fibrovasculares* compostos de tecido esclerenquimático e de elementos de condução. Estes e os pêlos encontrados nas sementes e nos frutos são, potencialmente, fibras têxteis.

Para poderem ser aproveitadas na fiação e tecelagem, ou na cordoaria, aniagem, fabricação de papel, etc., precisam possuir determinadas qualidades.

Devem ser flexíveis, resistentes, lisas, compridas, brancas ou pouco coloridas, lustrosas e pouco higroscópicas. Quanto maior o teor em celulose e menor o de lignina, tanto melhor a fibra. A pre-

sença da lignina torna a fibra quebradiça. Pode ser reconhecida pela reação com floroglicina e ácido clorídrico, que lhe confere cor vermelha. A presença desejável da celulose pode ser testada com cloreto de zinco iodado (tornando-se azul) ou mediante o tratamento com óxido amoniacal de cobre, que dissolve fibras celulósicas rapidamente.

O reagente é preparado pouco antes do seu uso, misturando lima-lha de cobre com amoníaco num recipiente de vidro, decantando o líquido após repetidos movimentos de vaivém. A dissolução dum floco de algodão higrófilo pode servir para testar sua eficiência.

A fibra do *Algodoeiro* (fig. 204), pêlo que cobre as sementes oleíferas, é a mais antiga e comercialmente a mais importante do mundo. Já era utilizada na Índia e na China antiga e conhecida dos egípcios, gregos e romanos dos tempos clássicos. É cultivada em escala crescente no nosso país, onde forma a base das grandes indústrias de fiação e tecelagem dos Estados de São Paulo, Rio Grande do Sul e outros.



FIG. 204. *Algodão* (*Gossypium herbaceum*). A — Galho florido; B — Cápsula aberta; C — Semente com pêlos; D — Aspecto microscópico dos pêlos.

Os pêlos das sementes são unicelulares, mortos, com membranas de pura celulose. Alcançam 1 a 5 cm de comprimento. Sua resistência é tal que se pode teoricamente deixar pender para baixo um fio de 23 a 25 km sem que seu próprio peso o faça rebentar. São utilizados para fiação, para tecelagem de todos os tipos de panos e tecidos, como algodão higrófilo na medicina, para enchimentos, fabricação de explosivos, papel e outras finalidades.

Talvez possamos dar ao *Linho* (fig. 198) o segundo lugar em importância. Sua fibra lustrosa e sedosa é parte dos feixes fibrovasculares dos caules, dos quais é extraída mecânica-mente, após fermentação e secagem. Atinge de 20 a 140 cm de comprimento e é capaz de sustentar o peso dum fio de 24 km. Preparam-se com ela os conhecidos tecidos de linho, fios de linho e excelentes papéis.

De importância crescente entre nós, principalmente em São Paulo, é o cultivo da *Rami*, (fig. 205) pequeno arbusto da família das *Urticáceas*, que fornece, nos caules, boas fibras de aspecto sedoso.

Outras fibras formadas por feixes fibrovasculares, usadas na cordoaria e aniagem, para fazer rêdes, cestas, chapéus, são extraídas das fôlhas e dos caules da *Agave*, *Piteira*, *Vela-de-pureza*, *Cânhamo*, *Palmeira-tucum* e outras, *Banana-Imbé* (Unidade 3), de certas *Bananeiras* (*Musa textilis*), etc.

As nossas *Paineiras* fornecem pêlos de sementes, aproveitados para estofaria. Como são muito pouco higroscópicas servem especialmente para enchimento de salva-vidas.

Os pêlos das sementes de *Asclepiadáceas*, como o nosso *Oficial-de-sala*, possuem fibras brilhantes, conhecidas pelo nome de *paina-de-sêda*.

Da madeira das árvores, dos *Bambus*, dos resíduos de outras fibras e de tecidos manufaturados fabrica-se o papel, produto industrial de inestimável valor para a humanidade.



FIG. 205. *Rami* (*Boehmeria nivea*).

Antes de sua invenção, usava-se para escrever lousas de barro, de pedra ou metal, couros, e partes de fôlhas ou da medula de plantas (Papiro dos Egípcios, Papel de Arroz dos Chineses, etc.).

A crescente manufatura de produtos plásticos também necessita de celulose.

Plantas utilizadas e utilizáveis para tanto são legiões. Seu estudo, o de suas propriedades e dos métodos de aproveitamento, do beneficiamento e do reconhecimento das fibras, constitui vasta disciplina de especialização técnico-científica.

F) LÁTEX E RESINAS

Resinas e *látex* são substâncias de difícil definição científica. Apresentam tôda gama de transições entre as suas aparências típicas. Resinas são substâncias mais ou menos gomosas e pouco coloridas que encontramos nas *Coníferas*, nas *Acácias*, nos *Pessegueiros*, etc. Consideramos látex os sucos mais ou menos viscosos e brancos ou amarelos, encontrados nas *Apocináceas*, *Asclepiadáceas*, *Compostas*, *Euforbiáceas*, *Moráceas* e outros taxones menores.

Trata-se de produtos do metabolismo vegetal acumulados, na maioria das vezes, em *tubos laticíferos* (fig. 206). Estes tubos podem ser constituídos de células cujas membranas separadoras foram dissolvidas (origem lisígena) ou por espaços intercelulares alargados (origem esquizógena).

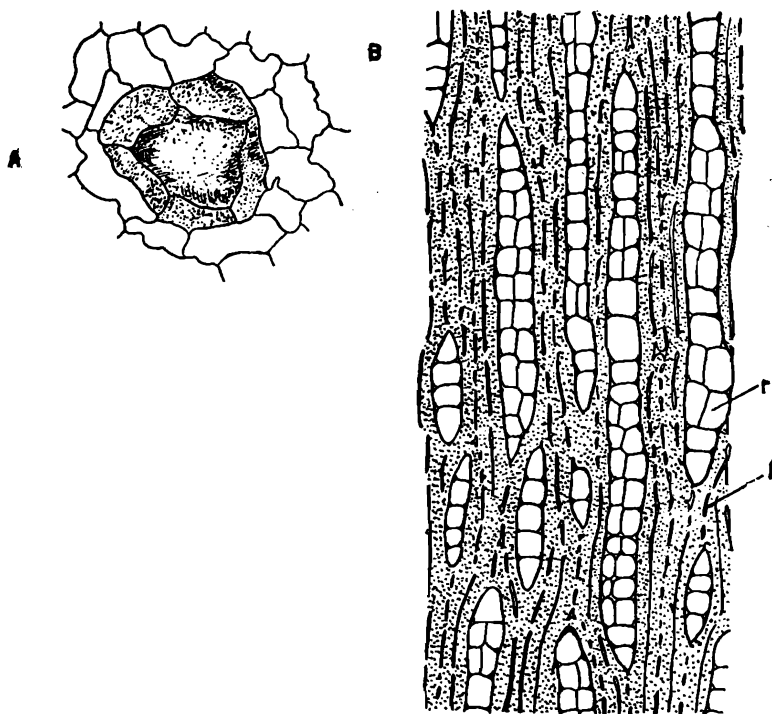


FIG. 206. Tubos laticíferos da *Seringueira* (*Hevea brasiliensis*). A — Corte transversal; B — Corte longitudinal tangencial da casca; r-raio medular; t-tubo laticífero (Aprox. 200 x).

Desconhece-se a sua função exata na vida dos vegetais. Em muitos casos são segregados como resposta a uma lesão. Servem para deter os ataques de herbívoros (lêsmas, insetos, etc.) e para pensar as feridas, facilitando a sua cicatrização.

Muitos tipos têm aplicação comercial, industrial e medicinal ou servem de base para perfumes e incensos.

Entre as *resinas* têm preponderância econômica inquestionável as que são extraídas dos caules das Coníferas, cujo representante brasileiro é o *Pinheiro-do-Paraná* (Unidade 28). Sua resina, bem como a de outros *Pinheiros*, tem vasta aplicação na fabricação de

vernizes, terebintina, colofônio, breu e alcatrão. Algumas formas canadenses, entre as quais a *Abies balsamea*, fornecem uma resina doirada, muito líquida que seca lentamente, transformando-se numa massa dura com perfeita transparência. Recebe o nome de *Bálsamo-do-Canadá* e é indispensável para a confecção de preparados microscópicos duradouros e para colar lentes de sistemas ópticos, usados em microscópios, binóculos, câmeras fotográficas, etc.

A resina fóssil dum Pinheiro báltico, extinto, é aproveitada, sob nome de *âmbar vegetal*, qual pedra preciosa, na joalheria. Constitui o *electron* dos gregos antigos, o *Bernstein* dos alemães e ingleses. Muitas vezes trai sua natureza de resina, pela presença de inclusões de insetos e pequenas fôlhas, perfeitamente conservadas, o que poderíamos imitar usando o Bálsamo-do-Canadá.

Em vista de sua importância econômica, é rei incontestado dos látex, o suco branco que escorre das cascas fendidas da *Seringueira* (*Hevea brasiliensis*), e da *Mandioca brava* ou *Maniçoba* (*Manihot utilissima* e *Manihot glaziovii*), ambas da família das *Euforbiáceas* (Comparar com a Unidade 15).

Seu látex é conhecido sob o nome de borracha. Pode ser extraído de muitas outras plantas nacionais e estrangeiras.

O uso da borracha era conhecido pelos povos americanos antes da sua descoberta. Sabiam transformá-la em bolas de jogar, sapatos de borracha, vasilhames, tecidos impermeabilizados, etc. Há quem afirme que o termo *Seringueira* provém do uso do látex para fazer seringas de borracha.

O primeiro a levá-la à Europa (1736) foi Charles de La Condamine. Seu aproveitamento restringia-se ao uso para apagar riscos de lápis, fabricação de sapatos e capas pegajosas, malcheirosas e pouco úteis.

A invenção do processo de *vulcanização* por Goodyear em 1852 veio mudar este estado de coisas. A vulcanização consta fundamentalmente da adição de enxôfre à borracha e do seu tratamento pelo calor. Permite regular sua dureza, elasticidade e outras propriedades físicas. Mais tarde introduziu neste processo melhoramentos importantes. Foram desenvolvidos métodos de vulcanização fria, etc. Mesmo assim o consumo mundial não excedia a insignificância de 400 toneladas anuais aproximadamente.

A invenção do automóvel com pneus e câmaras-de-ar iniciou a era própria da borracha, cujas aplicações estão em constante crescimento (solas de sapatos, isolamentos de cabos elétricos, pequenos e transcontinentais, cabos de ferramentas, objetos médicos, etc.).

O aumento do consumo em 1905-1910, provocou a alta de preços e o florescimento econômico, inigualado da Amazônia. A borra-

cha brasileira era extraída diretamente das árvores encontradas em estado nativo na selva. A concorrência e superprodução da matéria-prima nas plantações asiáticas terminaram o monopólio e a vantagem brasileira.

Hoje em dia, em vista da crescente diversidade de usos e principalmente do imprevisível aumento do número de veículos automotores, e apesar da concorrência de produtos sintéticos, há de novo falta de borracha. O Brasil, antigo monopolista da exportação, tornou-se importador de mais da metade de suas necessidades e está empenhado em alcançar os seus concorrentes através do desenvolvimento de plantações próprias.

G) MADEIRAS DE LEI

A expressão *madeiras de lei* carece de definição exata. Não é mais que um remanescente das listas oficiais de árvores fornecedoras de boas madeiras, mencionadas nos antigos relatórios dos Governos do Reino. Hoje, significa madeira industrializada e de qualidade reconhecida. São exemplos, dentro das centenas existentes no vasto território nacional, os *Pinheiros* (Unidade 28), os *Jacarandás* (Unidade 24), os *Angicos* (Unidade 11) as *Perobas*, os *Ipês*, os *Cedros*, as *Canelas*, os *Louros*. Cada Estado tem a sua flora peculiar. Lamentavelmente muitos dos Estados da Federação Brasileira estão passando do comércio de exportação da valiosa matéria-prima para o de importação, em virtude da devastação perniciosa das florestas. Não tardará que o Brasil inteiro sofra as conseqüências.

Nas Unidades 10, 11 e 28 expusemos as relações existentes entre o homem, a árvore e o solo arável. As Unidades 24, 28 e 44 falam sobre a estrutura anatômica das madeiras.

Quem tiver compreendido êsses ensinamentos, sabe que a madeira é mais que uma simples matéria-prima. O culto da árvore é mais que uma expressão de materialismo utilitarista.

A Oração da Árvore, da autoria de Domingos Faustino Sarmiento, expressa bem a atitude que desejamos semear no coração dos brasileiros, para o bem-estar da nossa Pátria e uma vida mais feliz dos nossos descendentes.

“ORAÇÃO DA ÁRVORE”

Tu que passas e levantas contra mim teu braço, antes de fazer-me mal, olha-me bem.

Eu sou o calor de teu lar nas noites frias de inverno.

Eu sou a sombra amiga que te protege contra o sol.
Meus frutos saciam tua fome e acalmam tua sede.

Eu sou a viga que suporta o teto de tua casa, a tábua
de tua mesa, a cama em que descansas.

Sou o cabo de tuas ferramentas, a porta de tua casa.
Quando nasces, tenho madeira para o teu berço; quando
morres, em forma de ataúde, ainda te acompanho ao seio
da terra.

Sou pão de bondade e flor de beleza. Se me amas
como mereço, defende-me contra os insensatos.

H) PLANTAS MEDICINAIS

Fontes acessíveis para informação séria sobre as inúmeras plantas medicinais, oficializadas ou em uso entre o povo, são a "*Farmacopéia Brasileira*" e a obra de F. C. Hoehne, intitulada *Plantas e Substâncias vegetais tóxicas e medicinais*. Mais difícil de obter é a antiga obra de Martius, autor da célebre *Flora Brasiliensis*. Interessantes e úteis serão os dados colhidos nos ervanários locais. É vasta a literatura científica.

Plantas inteiras, partes das mesmas ou seus extratos são usados como medicamentos desde tempos pré-históricos. Em geral foi o uso popular que indicou à Medicina esse campo de pesquisas. Às vezes é a investigação científica, como no caso dos modernos antibióticos (Unidade 38), que toma a iniciativa.

Sempre há necessidade da racionalização dos métodos de curas populares. Às vezes, leva ao aproveitamento e compreensão dos preceitos indicados pelo instinto, outras vezes, ao repúdio da superstição inoperante e perniciosa. Espécies medicinais surgem para o foco da investigação e desaparecem, pelo desuso e esquecimento.

É bem recente o caso das *Rawwolfias* da Índia, cuja análise química perseverante, mostrou a presença de substâncias capazes de controlar com eficácia a pressão sanguínea humana e que, abriram caminho para uma terapêutica medicamentosa de certas anomalias mentais. Estão em uso, entre a população da Índia, há muitos séculos. Encontram-se representadas por espécies afins na nossa flora.

É provável que outras descobertas igualmente grandiosas estejam para ser feitas no enorme manancial da flora brasileira.

Citamos a seguir algumas plantas medicinais bem conhecidas e examinadas.

É indispensável para a vida nos trópicos a *quinina*, extraída da casca de várias *Rubiáceas*, conhecidas como *Quina*, antimalárica e febrífuga por excelência.

O combate a dores gerais e locais tornou-se eficaz desde a descoberta da *morfina*, extraída do látex das *Papoulas dormideiras*, (fig. 207) e da *cocaína*, procedente dos *Eritróxilos* sul-americanos.

A *digitalina*, presente nas fôlhas da *Dedaleira* fortalece e estimula a ação cardíaca.

Extratos e chás de *Maracujás* e *Valerianas* são usados como calmantes.

Infusões de *Malva*, *Arnica* e de outras plantas têm efeitos antiinflamatórios.

O óleo do *Rícino* é purgativo por excelência.

Plantas ricas em taninos, como a *Romã* (fig. 208), bem como opiatos e extratos da madeira de *Simarubáceas* servem de antídoto às diarreias.

Guaco, *Drósera* (fig. 209), *Grindélia* e *Angico* contêm elementos capazes de combater a tosse (xaropes).



FIG. 207. *Papoula dormideira* (*Papaver somniferum*).

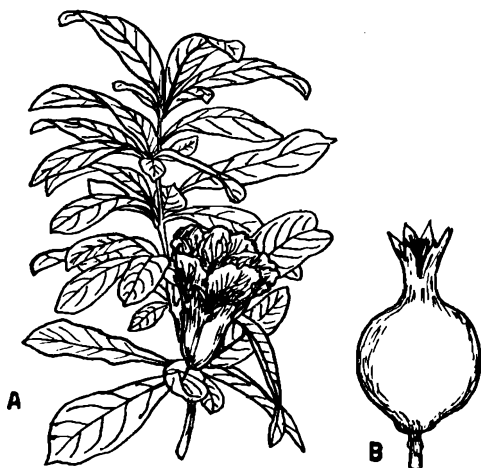


FIG. 208. *Romã* (*Punica granatum*). A — Galho florido; B — Fruto.

A *efedrina* e seus derivados, extraídos de certas *Gimnospermas*, são conhecidas há pouco tempo. Têm ação estimulante, extraordinária. Anulam, durante algum tempo, os efeitos do cansaço. Foram empregadas pelos soldados da Segunda Guerra Mundial para aumentar sua resistência física.

Será fácil aumentar a lista supracitada com dados adicionais e mais amplos, perscrutando os receituários, tanto oficiais, como homeopáticos e populares. No entanto, a aplicação dos ensinamentos obtidos deve ser reservada ao médico competente, se desejarmos evitar prejuízos graves à nossa saúde.

I) PLANTAS FORRAGEIRAS

Consideramos plantas forrageiras todas aquelas que são utilizadas para o alimento de gado vacum e cavalar, de ovinos e cabras e também de suínos, sejam as mesmas espontâneas, sejam cultivadas.

Pela quantidade de espécies e área ocupada merecem destaque os capins (Gramineae — Veja: Unidade 5) que ocupam a maior parte das extensas pastagens do Sul e Centro Brasileiros.

Grande parte destes campos é coberta por vegetação natural, silvestre, na qual prevalece o capim *barba-de-bode* (*Aristida pallens*) e outras espécies que, no decorrer da estiagem, se tornam impalatáveis para o gado. Por isto, devem ser queimadas periódicamente. Depois duma chuva, rebrotam com folhas verdes e frescas, procuradas pelo gado.

A ciência agrônômica está muito preocupada com a melhoria das pastagens. Para tanto tenta introduzir, ou, intensificar o cultivo de espécies selecionadas de Gramíneas e Papilionáceas (dos últimos os gêneros: *Medicago*, *Trifolium*, *Melilotus*, etc. Veja: Unidade 9). Critérios para a escolha são os seguintes: valor nutritivo, palatabilidade, produção, resistência contra seca e o frio, disseminação fácil, resistência ao pisoteio do gado durante a pastagem. Tudo isto visa a melhor produção da carne e leite no gado vacum, de carne e lã nas ovelhas e das qualidades e da beleza dos cavalos, seja nos animais individualmente, seja por permitir um aumento do número de animais por hectare. Campos que além de Gramíneas de qualidade, contêm boa quantidade de Papilionáceas como Trevo (*Trifolium* e *Medicago*, spp.) são considerados excelentes. É óbvio, que

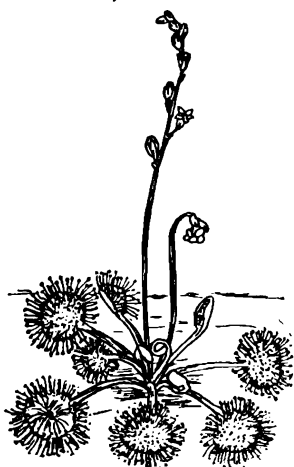


FIG. 209. *Drosera* (*Drosera rotundifolia*).

não se deve confundir o Trevo verdadeiro (*Trifolium spp.*) com o Trevo-azêdo (*Oxalis spp.*) que é indicador de solos ácidos. O Trevo-azêdo contém ácido-oxálico que lhe dá o seu gosto azêdo. Não tem valor nutritivo.

Para compor a ração alimentar adicional dos animais, costuma-se cultivar, em terras férteis, a *Alfafa* (*Medicago sativa*) a *Soja* (*Glycine hispida*) o *Tremôço* (*Lupinus spp.*) e outras Leguminosas. Das Gramíneas cultivadas se destacam o *Milho* (Unidade 5) o *Sorgo* (*Sorghus vulgarè*) e, principalmente nos países nórdicos, a *Aveia* (*Avena sativa*). Não devemos esquecer a *Mandioca* (*Manihot utilisima* — Unidade 15) que, em conjunto com o milho, fornece a base alimentar da criação dos suínos.

O problema das forrageiras torna-se agudo nos territórios assolados por estiagens periódicas, prolongadas como no Nordeste Brasileiro. Nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Sergipe e outros encontrou-se uma solução, intensificando-se a cultura de *Cactáceas* (Unidade 20) com cladódios suculentos, sem espinhos e que se desenvolvem em plena seca sem murchar. Plantam a *Palma-gigante* (*Opuntia ficus-indica* var. *inermis*) e a *Palma-doce* (*Nopalea cochenillifera*). A primeira foi selecionada para esta finalidade por Luther Burbank, no fim do século passado e tem aceitação cada vez maior na atualidade. Costuma ser cultivado em grandes quadrados, protegidos contra o vento por cercas-vivas de *Dedo-de-cão* (*Euphorbia tirucalli*) que alcança vários metros de altura. Os próprios galhos da Euforbiácea servem de forragem de emergência para as cabras, que contribuem com leite e carne para a sustentação da população humilde.

O trabalho dos Agrônomos na pesquisa e melhoria das pastagens e das plantas forrageiras é intenso e bastante promissor.

PEQUENO VOCABULÁRIO

1. ACTINOMORFA — o mesmo que simetria *radiada*. Diz-se da flor ou verticilo floral que admite vários planos de simetria.
2. ALBUME — o mesmo que *endosperma*.
3. ANTERIDIÁRIO — o mesmo que *chapéu masculino*. Diz-se do órgão no talo de certas hepáticas, onde se alojam os gametângios masculinos.
4. ANTERÍDEO — o mesmo que *gametângio masculino*, isto é, órgão que contém gametas masculinos.
5. ANTEROZÓIDE — o mesmo que *gameta masculino*.
6. ARQUEGONIÁRIO — o mesmo que *chapéu feminino*. Diz-se do órgão com aspecto de chapéu implantado no talo de certas hepáticas, onde se alojam os gametângios femininos.
7. ARQUEGÔNIO — o mesmo que *gametângio feminino*, isto é, órgão que contém gametas femininos.
8. CARENA — o mesmo que *quilha*. Diz-se das duas pétalas opostas ao vexilo, nas corolas papilionáceas.
9. CROMATÓFORO — o mesmo que *plasto portador de pigmento*.
10. ESPERMATOZÓIDE — o mesmo que *gameta masculino*.
11. ESPORÓFILO — o mesmo que *fôlha reprodutora*, isto é, fôlha portadora de órgãos reprodutores.
12. LIMBO — o mesmo que *lâmina* da fôlha, ou seja, a sua parte dilatada.
13. MACROESPORÓFILO — o mesmo que *carpelo*, ou seja, a fôlha portadora de órgãos femininos.
14. MACROESPORÂNGIO — o mesmo que *esporângio feminino*.
15. MACROESPORO — o mesmo que *esporo feminino*.
16. MACROPRÓTALO — o mesmo que *prótalo feminino*.
17. MICROESPORÓFILO — o mesmo que *estame*, ou seja, a fôlha portadora de órgãos masculinos.
18. MICROESPORÂNGIO — o mesmo que *esporângio masculino*.
19. MICROESPORO — o mesmo que *esporo masculino*.
20. MICROPRÓTALO — o mesmo que *prótalo masculino*.
21. MICRÓPILA — o mesmo que *abertura do óvulo*.
22. OOSFERA — o mesmo que *gameta feminino*.
23. PECÍOLO — o mesmo que *pedicelo*, pequeno cabo da fôlha.
24. PEDÚNCULO — o mesmo que *pedicelo*, pequeno cabo da flor.
25. TROFÓFILO — o mesmo que *fôlha nutridora*, isto é, fôlha destinada principalmente à fotossíntese.
26. VAGEM — o mesmo que fruto do tipo *legume*.
27. VEXILO — o mesmo que *estandarte*. Diz-se da pétala ímpar, nas corolas papilionáceas.
28. ZIGOMORFA — o mesmo que simetria *lateral*. Diz-se da flor ou verticilo floral que admite apenas um plano de simetria.

RELAÇÃO DAS ESTAMPAS COLORIDAS

PRANCHA I — LILLIFLORAE — FARINOSAE — SCITAMINEAE — MICROSPERMAE

- Lilliflorae: 1. Aloés (*Aloe succotrina*)
Farinosae: 2. Água-pé (*Eichornia crassipes*)
Scitamineae: 3. Árvore-do-viajante (*Ravenala madagascariensis*)
Microspermae: 4. Cattleya intermedia

PRANCHA II — PRINCIPES — PALMAE

1. Coqueiro-da-Bahia (*Cocos nucifera* Linn.)
2. Dendêzeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.)
3. Jerivá (*Cocos romanzoffiana* Cham.)
4. Butiãzeiro (*Cocos capitata* Mart.)

PRANCHA III — POLYCARPICAЕ (RANALES)

1. Magnólia (*Magnolia denudata*)
2. Esporeira (*Aquilegia formosa*)
3. Nenúfar (*Nuphar luteum*)
4. Maruru ou Uapé (*Victoria regia*)

PRANCHA IV — MYRTIFLORAE E UMBELIFLORAE

- Myrtiflorae: 1. Goiabeira-da-serra (*Feijoa sellowiana*)
2. Brinco-de-princesa (*Fuchsia speciosa*)
Umbelliflorae: 3. Caraguatá (*Eryngium paniculatum*)
4. Salsa (*Petroselinum sativum*)

PRANCHA V — MALVALES E OPUNTIALES

- Malvales: 1. Açóita-cavalo (*Luehea divaricata*)
2. Quiabo (*Hibiscus esculentos*)
Opuntiales: 3. Arumbeva (*Opuntia monacantha*)
4. Ouriço (*Echinocactus ottonis*)

PRANCHA VI — TUBIFLORAE E CAMPANULATAE

- Tubiflorae: 1. Gramofone (*Ipomoea purpurea*)
2. Cartueheiro (*Datura arborea*)
3. Cipó-unha-de-gato (*Bignonia unguis cati*)
Campanulatae: 4. Dália (*Dahlia variabilis*)

PRANCHA VII — GYMNOSPERMAE

CYCADALES E CONIFERAE

- Cycadales: 1. Palma-de-ramos (*Cycas revoluta*)
2. *Zamia brongniarti*
Coniferae: 3. Pinheiro (*Pinus patula*)
4. Pinheiro brasileiro ou do Paraná (*Araucaria angustifolia*)

PRANCHA VIII — EUFILICINEAE

1. Samambaia-do-campo (*Pteridium aquilinum*)
2. Cipó-cabeludo (*Polypodium squamulosum*)
3. Samambaia-dos-pântanos (*Acrostichum lomarioides*)
4. Xaxim (*Dicksonia sellowiana*)

PRANCHA IX — SELAGINELLIALES

1. *Lycopodium clavatum* Linn.
2. *Selaginella spec.*

PRANCHA X — MUSCI FOLIOSI

1. *Polytrichum*; plantas femininas com esporogônios. As cápsulas cobertas pela caliptra.
2. *Polytrichum*; plantas gametofíticas masculinas.

PRANCHA XI — HEPATICAE

1. *Dumortiera*, talos vegetativos e chapéus femininos com esporogônios.
2. *Plagiochila* com esporogônios.

PRANCHA XII FUNGI

1. e 2. Culturas de *Penicillium* em diversas fases de desenvolvimento, mostrando os contornos circulares dos micélios.
3. Corpos frutíferos de *Polyporus*, emergindo dum tronco de árvore parasitado por seu micélio.

ÍNDICE REMISSIVO

As figuras são indicadas por negrito>

A

abacaxi, 22, 284
 abacateiro, 85 a 87, 284
 Abies balsamea Mill., 172, 290
 abóbora, 155 a 159
 absorção, 23, 261, 262
 Abutilon molle Sweet., 120
 acácia, 265, 266, 288
 Acacia bonariensis Gill., 82
 Acacia melanoxylon, 266
 acácia-mimosa, 102, 265
 Acacia mollissima Willd., 82
 acácia negra, 82
 Acacia podalyriaefolia Cunn., 102
 acácia vermelha, 66
 acarantomáceas, 149
 ácido histamínico, 96
 açoita-cavalos, 121
 Acrostichum lomarioides Jenm., 193
 açúcar, 281
 acucena branca, 14 a 19
 acúleos, 57
 Adiantum cuneatum L. F., 169
 Adiantum spp., 192
 adubação verde, 64, 66
 agar-agar, 230
 Agaricus, 234
 agave, 18, 288
 água-pé, 23
 Ailanthus altissima Swingle, 107
 alianto, 107
 aipim, 101, 280
 aipo, 116
 alcachofra, 164
 alcitrão, 168
 Aleurites fordii Hemsli., 101
 aleurona, 103
 alface, 163
 alface-do-mar, 229
 alíafa, 295
 algas, 5, 219 a 230
 sua distribuição nos oceanos, 228 a 230
 algas azuis, 228, 246
 algas conjugadas, 246
 algas-em-candelabro, 219, 246
 algas pardas, 229, 246
 algas silicosas, 226, 246
 algas verdes, 220, 228, 246
 algas vermelhas, 229, 246
 algodão, 282, 287
 algodoeiro, 121, 287
 alho, 18
 Allium, 18
 Alocasia macrorrhiza Schott, 27
 aloés, 18

Aloe succotrina Lam., 18
 Amarilidáceas, 18
 Amaryllidaceas, 185
 Amaryllis, 18
 âmbar vegetal, 290
 ameixa, 284
 ameixeira, 59
 amendoim, 65, 282
 amilo, 46, 67
 amoras, 284
 amoreira branca, 96
 amoreira preta, 96
 amor-perfeito, 116
 aráfase, 255
 análise do solo, 71
 aranhas, 22
 Ananas sativus Schult., 22, 284
 androceu, 275
 andróforo, 120
 anéis-de-bruxo, 234
 anel anuário, 264
 anemofilia, 273
 angico, 77 a 84, 291, 293
 Angiospermas, 273
 aningas, 27
 Anomia spp., 87
 Anonáceas, 87
 antera, 14, 16, 87
 Anthoceros, 213
 Anthurium scherzerianum Scholt., 27
 antibiótico, 236
 antipodas, 183
 Antirrhinum majus Linn., 132 a 134
 antociano, 131
 antocloro, 134
 antúrio, 27
 aparelho chamariz, 274
 aparelho reprodutor, 16, 180
 aparelho vegetativo, 16, 180
 Apium graveolens Linn., 116
 Apocináceas, 288
 Apuleia Leiocarpa Mc.Bride, 76
 aquênio, 115, 162
 equilégia, 87, 274
 Aquilegia vulgaris, 87
 araca, 111
 Araceae, 24 a 28, 185, 286
 aráceas, 24 a 28, 276
 Arachis Hipogaea Linn., 65
 araruta, 45
 Araucaria angustifolia A. Rich., 166 a 174
 arbustos, 55, 263
 arquegoniadas, 187, 188, 215, 271
 areia, 71
 argila, 71
 Aristida pallens Cav., 294
 Aristolochiáceas, 275
 aristolóquias, 276

arnica, 293
 Arrabidaea chica Verl., 144
 arroz, 38, 279
 arruda, 259
 Artocarpus incisa Linn., 96
 Artocarpus integrifolia Linn., 96
 arumbeva, 124
 árvore-do-viajante, 45
 árvores, 263
 árvores-do-natal, 171
 Asclepias curassavica Linn., 276
 Asclepiadáceas, 288
 Ascomycetes, 247
 ascósporos, 234, 270
 Asparagus plumosus Backer, 18
 Aspergillus, 234
 Aspidia setosa Griseb., 164
 Atropa belladonna Linn., 139
 aureomicina, 236
 autopolinização, 277
 autotróficos, 52, 219
 aveia, 38, 279, 295
 Avena sativa Linn., 38
 averna, 189, a 195
 azedinha, 277
 Azolla, 193

B

Baccharis genistelloides Pers., 164
 Bacillus acidophilus lacticus, 240
 bacilos acidófilos, 240
 bactérias, 5, 240 a 242, 268
 bactérias radicícolas, 63,
 бага, 43, 59
 bálsamo, 149
 bálsamo-do-Canadá, 172
 bambus, 37, 288
 banana, 284, 288
 banana-do-mato, 22
 banana-imbé, 24 a 28, 288
 bananeira, 41 a 47, 288
 bananeira-do-mato, 45
 barba-de-milho, 36
 Basidiomycetes, 247
 basidiósporos, 235, 270
 bastonetes, 241
 batata-doce, 127 a 131, 280
 batata-inglesa, 42, 114, 127, 138, 259, 280
 Bauhinia caudicans Benth., 75, 77
 Bauhinia forticata Link., 149
 baunilha, 285
 bebidas, 284
 beladona, 139
 bênção-de-Deus, 120

Bennedittes, 177, 178
 bergamota, 105, 283
 bergamoteira, 107
 beringela, 138, 281
 bernstein, 280
Bertholletia excelsa Humb. et Bonpl., 112
Bidens pilosus Linn., 164
Bignoniaceae, 140 a 147, 186
Bignoniáceas, 140 a 147, 136
Bignonia unguis-cati Linn., 141
 biologia floral, 272
 boas-noites, 129
 boca-de-leão, 132 a 134
Boehmeria nivea Gaud., 96
 bolor aquático, 231 a 233, 272
 bolor-de-pão, 232, 233, 272
 bolor-de-píncel, 234
 bolor-de-regador, 234
 bolores terrestres, 270
 bolsa-de-pastor, 97
Bombacaceae, 186
 bombacáceas, 121, 186
 boneca-de-milho, 35
 bonina, 274
 borla-de-sargento, 121
 borraça, 100, 290
Borragináceas, 87
Borreria verticillata G. F. W. Mey., 153
Bougainvillea spectabilis Wild., 102
 brácteas, 26
 breus, 168
 brinco-de-princesa, 112, 276
 Briófitas, 270
Bromeliaceae, 20 a 23, 185
 bromeliáceas, 20 a 23, 185
 bróto estéril, 198
 bróto reprodutor, 198
Brunfelsia hopeana Benth., 139
Bryophita, 188
 bucha, 159
 bulbos, 42, 263

C

cabaça, 159
 cabombas, 91
 cacaveiro, 121, 283, 285
 cacho, 183
Cactaceae, 122 a 126, 186
 Cactáceas, 122 a 126, 295
 cacto, 122 a 126
 cacto miúdo, 124
Caesalpinaceae, 73 a 76, 185
Caesalpinia echinata, 75
Caesalpinia ferrea Mart., 76
Caesalpinia pulcherrima Sw., 76
 caeté, 45
 café, 148 a 154
 cafeína, 151, 285
 cafézeiro, 148, 285
 caju, 283
Caladium bicolor Vet., 27
Calamites, 199
 calcário, 71
Calceolaria scabiosifolia Sims., 134
 cálice, 253
Calliandra brevipes Benth., 82
Calliandra tweedii Benth., 82
 caliptra, 207

Calonyction speciosum Choisy, 129
Calyophilum spruceanum Benth., 153
 câmara-de-assimilação, 211
 câmara-de-pólem, 176
 camarão, 140, 144
 camarará, 164
 câmbio, 33, 264
 camomila, 163
 campainha, 127, 129, 131
 Campanulatae, 186
 Campo de Golgi, 250
Campomanesia xanthocarpa Berg., 111
 Canáceas, 44
 Canaceae, 185
 cana-da-índia, 45
 cana-de-açúcar, 38, 281
 canafistula, 76
 camela-de-cheiro, 86
 canela verdadeira, 86, 285
 canelas, 86, 171, 285, 291
 canforeira, 86
 cânhamo, 288
Canna brasiliensis, 45
Canna indica Linn., 45
 capim barba-de-bode, 294
 capins, 37
 capítulo, 161, 184
 caprifigos, 95
Caprifoliaceae, 186
Caprifoliáceas, 153, 186
Capsella bursa-pastoris Medic., 97
Capsicum annum Linn., 139, 286
Capsicum frutescens, 139
 cápsula do esporogônio, 207
 cápsula (fruto), 22, 134, 99
 capuchinho, 274
 caraguatá, 116
 cariogamia, 272
 cariopse, 36
 carnaubeira, 32
 caroba, 144
 Carófitas, 219 a 221, 268
 caroteno, 116
 carpelo, 15, 58
 carpelo com apêndice petalóide, 58
 carqueja, 164
 cartuchoiro, 138
Cassia fistula Linn., 75, 76
Cassia javanica Linn., 75
 castanha-do-Pará, 112, 282
 castanheiro-do-Pará, 112
 catalpa, 145
Catalpa bignonioides Walt., 145
Catalpa ovata G. Don., 145
 Catléia, 48 a 54
Cattleia intermedia R. Grah., 48 a 54
 caule, 16, 253
 caulefloria, 111
 caulim, 72
 caulóides, 187
 cavallinha, 196 a 199
 cebola, 18, 263, 281
Cedrella fissilis Vell., 107, 149, 173
 cedro, 107, 149, 291
 cedro brasileiro, 173
 cedro japonês, 173
 cedro verdadeiro, 173
Cedrus libani Loud., 173

Celtis tala, 96
 célula, 91, 249
 células anexas, 159
 cenoura, 113 a 117, 291
 centeio, 38, 279
 cereais, 37, 279
 cereja-do-café, 150
Cereus grandiflorus Linn., 122 a 126
Cereus peruvianus Mill., 125
Cereus triangularis Linn., 124
 caesalpináceas, 73 a 76, 185
 cesalpináceas, 65
 cevada, 38, 279
 chá-da-índia, 285
 chagas, 47
 chagas-maior, 274
 chapéu-de-cobra, 234
 chapéu feminino, 211
 Chara, 219 a 220
Chorisia speciosa St. Hill., 121
Chrysanthemum leucanthemum Linn., 163
 chuchu, 155, 159, 259
 chuva de maná, 239
 cianofíceas, 228, 246, 247
 ciadáceas, 175 a 179, 272
 ciclo da água, 81
 ciclo evolutivo dos vegetais, 271
 cidra, 107
 cilindro central, 53
 cinamomos, 107
Cinchona calisaya Wedd., 153
Cinchona officialis Linn., 153
Cinchona succirubra Pav., 153
Cinnamomum canphora T. Nees et Ebern., 86
Cinnamomum zeylanicum Nees, 86
 Ciperáceas, 37
 cipó-cabeludo, 193
 cipó-cruz, 144
 cipó-limbé, 24 a 28
 cipó-mil-homens, 276
 cipó-unha-de-gato, 144
 cipreste, 173
 cipreste com cheiro de limão, 173
 cipreste dourado, 173
 cistos de duração, 240
 Citamíneas, 44
 citoplasma, 249
Citrullus vulgaris Schrad., 159
Citrus aurantium Linn., 104 a 109
Citrus medica Linn., 107
Citrus limon Linn., 107
Citrus aurantifolia, 107
Citrus nobilis Lour., 107
Citrus trifoliata Linn., 105
 cladódios, 19, 122, 264
 classificação dos vegetais, 4
 clorofíceas, 220, 246, 247
 clorofila, 116, 129
 cloroformização da sensitiva, 83
 cloromicetina, 236
 cloroplastos, 116
 cocaína, 293
 côco-babaçu, 283
 côco-da-Bahia, 29 a 33, 277, 282
 Côcos, 241
 Cocos nucifera Linn., 29 a 33
Coffea arabica Linn., 148 a 154
Coffea liberica Hiern., 148

cogumelo-de-chapéu, 237, 272
 coifa, 25, 207, 261
 colênquima, 258
 coleoptile, 38
 colofônia, 168
 Columniferae, 186
 comelináceas, 23, 185
 Comelinaceae, 185
 composição do solo, 71
 comportamento da luz sobre
 as algas, 224
 Compositae, 186
 compostas, 160 a 165, 186, 238
 condimentos e bebidas, 284
 condrioma, 250
 condução da seiva, 263
 Conjugadas, 226, 246, 268
 coníferas, 234
 conidíforo, 234
 Coniferae, 272
 Coníferas, 272, 288
 Convolvulaceae, 127 a 131, 186
 convolvuláceas, 127 a 131, 144,
 186
 Capaifera longsdorffii Desf., 143
 Copernicia cerifera Mart., 32
 copo-de-leite-amarelo, 27
 copo-de-leite, 27
 copra, 282
 coqueiro-da-Bahia, 29 a 33, 282
 Cordia hypoleuca, 87
 coripétalos, 128, 185
 cormos, 260
 coroa-da-Crista, 102
 corola, 128, 133, 274
 corpos frutíferos, 234
 corticeira, 145
 cotilédones, 66
 couve, 281
 couve-flor, 281
 couve-nabo, 114
 covas epidérmicas, 212
 cow-pox, 243
 cravo-do-mato, 20 a 23, 180
 creosoto, 168
 crescimento embrionário, 256,
 261
 crescimento por distensão, 256,
 261
 criptoméria, 173
 cristalóides, 103
 cromátides, 255
 crucíferas, 97
 cruz-de-malta, 112
 Cryptomeria japonica Don., 173
 Cucumis melo Linn., 158
 Cucumis sativus Linn., 158
 Cucurbitaceae, 158
 cucurbitáceas, 155 a 159, 186
 Cucurbita pepo Linn., 155 a 159
 cuia, 159
 cultivo de prótalos, 194
 culturas artificiais, 39
 cominho, 286
 Cupressus, 173
 Cupressus macnabiana Murray
 var. aurea, 173
 Cyanophiceae, 228, 247
 Cycadaceae, 145 a 179
 Cicadoidea, 177
 Cycas circinnalis Linn., 177
 Cycas revoluta Thumb., 175 a
 179
 Cydonia vulgaris Pers., 59
 Cynara scolymus Linn., 164

Cyperus rotundus Linn., 37
 Cyperpedium, 53

D

dálías, 163
 Dahlia variabilis Desf., 163
 Datura stramonium Linn., 138
 Datura suaveolens Humb. et
 ompl., 138
 dedaleira, 293
 dedaleiro verdadeiro, 134
 dedo-de-cão, 102, 295
 Delphinium vulgaris Linn., 87
 dendêzeiro, 32, 282
 dente-de-leão, 164
 desenho de folhas, 59
 desenvolvimento das folhas, 267
 diagrama floral, 18
 diâmetro das palmeiras, 33
 Diatomáceas, 226, 246, 268
 dicásio, 185
 Dicksonia selloviana K. K., 192
 Dicotiledóneas, 5, 73, 185
 Dicotyledoneae, 185
 Dieffenbachia spp., 27
 digitalina, 293
 Digitalis purpurea Linn., 134
 disposição das folhas, 120
 disseminação das sementes, 272
 distribuição das algas nos
 oceanos, 228, 230
 divisão direta, 240
 divisão mitótica, 253 a 256
 divisão redutora, 190, 271
 domácia, 49
 Dombeya Wallichii Benth. et
 Hook., 121
 drósera, 293
 drupa, 32

E

Echinocactus ottonis Pfeiffer,
 124
 edogônio, 221 a 223
 efedrina, 294
 Elaeis guineensis Jacq., 32
 elatérios, 198
 elétron, 290
 Elodea, 91, 249
 Eichornia azurea Kunth., 23
 embrião, 173
 emetina, 153
 encosto (enchertia), 108, 109
 endoderma, 53
 endosperma, 32, 66, 183
 engrossamento das palmeiras,
 34
 Enoteráceas, 112, 185
 Enterolobium contortilicium
 morong., 82
 enchertia, 108, 109
 epicótilo, 68 a 69
 epiderme, 19, 259
 epífitas, 20, 52
 Epiphillum truncatum Moren.,
 125
 Equisetaceae, 196 a 199
 equisetáceas, 188, 196 a 220
 Equisetineae, 188
 Equisetum, sp., 196 a 199

Equisetum arvense Linn., 196
 a 199
 Equisetum giganteum Linn.,
 199
 Equisetum pyramidale Goldm.,
 199
 eritrofila, 116, 129
 eritroplastos, 116
 eritróxiolos, 293
 ercsão do solo, 79
 erva-capitão, 116
 erva-de-passarinho, 52, 278
 erva-doce, 286
 erva-lanceta, 164
 erva-mate, 171, 285
 ervas, 16
 ervilhas, 65, 175, 280
 ervilha-de-cheiro, 66
 Eryngium spp., 116
 Erythrina mulungu March., 66
 escamas de absorção, 23
 escadinha-do-céu, 192
 escandescetes, 62
 esclerenquimas, 258
 Escrofulariáceas, 134, 144, 186
 esfregão, 159
 espadice, 26
 espargo, 18, 19, 281
 espata, 25
 Espatifloras, 27, 185
 Espermatófitas, 13, 180, 270, 271
 espiga, 22, 183
 espirafre, 281
 espinhos, 58, 105
 espirilo, 241
 espirógrafa, 225
 esporângio, 190, 192
 esporeira, 87
 esporo, 191
 esporófito, 190
 esporogênese, 190
 esporogônio, 187, 207
 esquema do reino vegetal, 6,
 216
 estafilococos, 241
 estames, 14, 57, 87, 99
 estames com apêndice
 petalóide, 58
 estames ramificados, 99
 estaminódios, 141
 Esteculiáceas, 121, 186
 esterilização, 240
 estigma, 15
 estilete, 15
 estipe, 29
 estípulas, 56, 150
 estolões, 268
 estomas, 17, 91, 259
 estomas aquíferos, 267
 estômio, 190
 estramônio, 138
 estreptococos, 241
 estreptomicina, 236
 estrutura da raiz, 261
 estrutura do caule, 143, 144
 eucalipto, 112
 Eucalyptus spp., 112
 euforbiáceas, 97 a 103, 185, 288
 Euphorbiaceae, 97 a 103, 185
 Euphorbia phophorea Mart., 102
 Euphorbia pulcherrima Willdt.,
 99 a 101
 Euphorbia tirucalli Linn., 102,
 295
 Euphorbia splendens Bol., 102

Euterpe edulis Mart., 32
evolução dos vegetais, 216
evaporação, 80
excursões, 7

F

faixa de Caspary, 53
farinha integral, 103
Farinosae, 185
Farinosas, 23, 185
febre tifóide, 242
fecundação, 182
felogênio, 144
feijão-prêto, 61 a 72
feijão-soja, 280, 283
Feijoa sellowiana Berg., 111
Feofíceas, 230, 246
fertilidade do solo, 80
fertilizantes, 64
fetos, 193
fibras têxteis, 286
Ficomycetes, 246
Ficus carica Linn., 93 a 96
Ficus religiosa Linn., 96, 267
figo, 93 a 96, 284
figueira-da-índia, 124
figueira santa, 96
figueira silvestre, 95
filéte, 14
Filicineae, 188
Filicíneas, 188, 193
filocacto, 125
filóides, 187
filotaxia, 118 a 127
fixação, 262
flagelados, 245
flamboyant, 73 a 76
flora fóssil, 177, 203
flora ruderal, 97
flor-de-cardeal, 129
flor-de-papagaio, 101
flor-de-pavão, 76
flor-de-quaresma, 112
flor-de-seda, 125
flôres, 272
flôres anemófilas, 273
flôres dobradas, 57
flôres estéreis, 161
Foeniculum vulgare Mill., 116
fôlha, 16, 265
disposição, 118 a 120
filotaxia, 118 a 120
formas, 85
funções, 265
inserção do pedicelo, 97
fôlha-da-fortuna, 270
fôlhas compostas ternadas, 57
fôlhas peltadas, 98
fôlhas variegadas, 47
folículos, 58
fórmula floral, 30
forragens, 37, 66
fósseis, 177, 203
fotonastia, 83
fotossíntese, 16, 75, 265
Fourcroya, 18
Fragaria vesca Linn., 59
fruta-pão, 96
frutas, 283
frutas cítricas, 283
fruto, 184
fruto tricoca, 99
Fuchsia spp., 112

fumo, 135 a 139
função do pedicelo foliar no
maruru, 89
funcho, 116
Fungi, 5, 231
fungos, 5, 231, 235, 246
fuso acromático, 235

G

gametângios, 191, 206, 212
gametófito, 191
Gardenia jasminoides Ellis, 153
Gelidium, 230
gingibre, 45, 285
gerações alternantes, 271
Geraniales, 107, 185
gérbera, 164
Gerbera jamesonii Hook., 164
germinação, 67, 68
germinação do pólen, 182
germinação epigéia, 67
germinação hipogéia, 67
Gimnospermae, 166 a 186, 273
gineceu, 14
posição, 56
ginostêmio, 50
girassol, 160 a 165, 282
glicínia, 65
globóides, 103
glumas, 37
Glumiflorae, 185
Glumifloras, 37
Glycine hispida Maxim., 65, 295
goiabeira, 110 a 112
goiabeira-da-serra, 111
gorduras vegetais, 281
Gossypium herbaceum Linn.,
121, 287
gotas de óleo, 103
Gramineae, 34 a 40, 185
Gramíneas, 34 a 40, 185, 294, 295
gramofone, 127, 128, 130
grapiapinha, 76
grão-de-aleurona, 103
grão-de-amilo, 46, 67
grão-de-galo, 96
grão-de-pólen, 14
gravatá, 22
grinalda-de-noiva, 59
grindélia, 293
guabirobeira, 111
guaco, 164, 293
guapuruvu, 76
guaraná, 285
Gymnospermae, 166 a 186, 273

H

haustório, 207, 260
Hedychium coronarium Keem.,
45
Helianthus annuus Linn., 160 a
165
Heliconia, bihai Linn., 45
hepática, 210
Hepaticae, 188
hepática foliosa, 213
hepática talcosa, 213
herbário, 7
hesperídio, 106
heterogamia, 219
heterosporadas, 193, 203

heterostilia, 277
Hevea brasiliensis Mull. Arg.,
99, 289, 290
Hibiscus esculentus Linn., 121
Hibiscus rosa-sinensis Linn.,
118 a 121
Hibiscus schizopetalus Hook.,
121
hidatódio, 267
Hidropteridíneas, 193
hifas, 231
hilo de cicloplasto, 46
himênio, 235
hipocótilo, 68, 69
homologia entre Pteridófitas e
Espermatófitas, 216
Hordeum vulgare Linn., 38
hórto escolar, 8
humo, 71
Hydrocotyle umbellata Linn.,
116

I

imbuia, 86, 171
importância biológica dos
fungos, 235
indúsia, 190
inflorescência, 22
influência da vegetação no
solo e no clima, 79 a 80
ingá, 82
Inga edulis Mart., 82
inhamé, 27
inoculação (emchertia), 108, 109
interfase, 254
introdução, 3
ipê, 291
ipê-amarelo, 144
ipê-roxo, 145
ipecaçuana, 153
Ipomoea batatas Poir., 127 a
131
Ipomoea cairica Sweet., 128
Ipomoea pes-capre Roth., 129
Ipomoea purpurea Hoth., 128
Iridaceae, 185
Iridáceas, 18
isogamia, 219
isosporados, 202
ixora, 153
Ixora coccinea Linn., 153

J

jabuticabeira, 111
jaca, 96, 284
Jacarandá, 140 a 147, 281
Jacaranda acutifolia Humb et
Bonpl., 140 a 147
Jacaranda semiserrata Cham.,
144
jambeiro, 111
Jambosa vulgaris D. C., 111
jarina, 33
jasmin-do-Cabo, 153
jenipapo, 153
jerivá, 239
joá, 128
juçara, 32
junquinhos, 18
juta, 250

K

kümmel, 286

L

labelo, 50
laboratório, 8
Lactuca sativa Linn., 163
Laelia, 48, 53
Lagenaria leucantha Rusby, 159
lanterna-japonesa, 121
laranja, 104 a 109, 283
laranja azêda, 104
laranja comum, 104 a 109
laranja-cravo, 107
laranja-da-Bahia, 104
laranja-de-umbigo, 104
laranja-natal, 104
laranjeira, 104 a 109
látex, 288
Lathyrus adoratus Linn., 66
Lauraceae, 85 a 87, 185
Lauráceas, 85 a 87, 185
Laurus nobilis Linn., 86
Lecitidáceas, 112
Lecythis urnigera Mart., 112
legumes, 61
Leguminosae, 61 a 84, 185
Leguminosas, 61 a 84, 185
Lens esculenta Loench., 65
lenticelas, 143
lentilha, 65, 280
Lepidodendron, 204
leucoplastos, 116
Licopodiáceas, 188, 200 a 204
Licopódio, 200 a 204
lígula, 34
Liliaceae, 14 a 19
Liliáceas, 14 a 19
Lilifloras, 18, 185
Liliflorae, 18, 185
Lilium longiflorum Thunb., 14 a 19
lima, 107, 283
limão, 283
limoeiro, 107
linária, 134
Linaria cymbalaria, 134
linho, 259, 282, 287
líquen-do-maná, 239
líquens, 237 a 239
líquido de Boulin, 210
lírio-do-brejo, 45
lixiviação do solo, 79 a 80
lomento, 81
Loniceria caprifolium Linn., 154
lotos, 91
louro, 86, 285, 291
Luffea divaricata Mart., 121
Luffa cylindrica Roem., 159
Lupinus, 66, 295
luvas-de-Nossa-Senhora, 274
Licopodiaceae, 188, 200 a 204
Licopodiíneas, 188
Licopodium clavatum Linn., 200 a 204

M

macã, 58, 284
macieira, 59, 275
madeira, 143, 145
madeira-de-lei, 291

madressilva, 154
Magnoliaceae, 185
Magnoliáceas, 87, 185
Magnolia grandiflora Linn., 87
magnólias, 87
malmequer-do-campo, 164
malva, 293
Malvaceae, 118 a 121, 186
Malváceas, 118 a 121
Malvales, 186
mamona, 97 a 103, 278
manacá, 139
mandariana, 107
mandioca braba, 101, 290, 295
mandioca mansa, 101
maneira de fazer cortes microscópicos, 12
manga, 284
mangerona, 285
manicoba, 100, 290
Manihot Glaziovii Müll. Arg., 100, 290
Manihot palmata Müll. 101
Manihot utilisima Pohl., 101, 290, 295
manteiga-de-cacau, 283
maracujá, 274, 293
Maranta arundinacea Linn., 45
Marantaceae, 185
Marantáceas, 44, 185
Marchantia, 213
mar-de-sargaco, 229
marfim-vegetal, 33
margarida, 163
maria-mole, 164
maricá, 82
marmeleiro, 59
marmelo, 58
Marsilea, 193, 194
martirio, 102
maruru, 88 a 92
mata-pau, 96
material microscópico, 9
Matricaria chamomilla Linn., 163
Medicago, 294, 295
melancia, 155, 159
melão, 158
Melastomaceae, 185
Melastomáceas, 87, 112
Melia azedarack Linn., 107
Meliáceas, 107, 185
Melilotus, 294
membrana plasmática, 252
Meremmia dissecta Hall, 128
meristema, 256
metáfase, 255
mexeriqueira, 107
Micania officinalis Mart., 164
micélio, 231
Micromycetes, 246, 247
micorriza, 202
microscópio, 9, 243
preparo do material, 11
Microspermæ, 185
Microspermas, 52, 185
microssomos, 250
milho, 34 a 40, 295
milho-d'água, 88 a 92
mimo-de-vênus, 118 a 121
Mimosa, 81
Mimosaceae, 77 a 84, 185
Mimosáceas, 77 a 84, 185
Mimosa pudica Linn., 82, 83
Mimosa sepia Benth., 82

Miristicáceas, 87, 185
Mirtáceas, 110 a 112, 185
Mirtifloras, 112
mitose, 254
Monocotiledôneas, 5, 70, 185
Monocotyledoneae, 185
Montañoa bipinnatifida Koch., 163
Moquinia polymorpha D. C., 164
Moráceas, 93 a 96, 288
moranga, 158
morango, 159
morfina, 293
Morus alba Linn., 96
Morus nigra, 96
mosaico do fumo, 244
movimento fotonástico, 83
movimento nictinástico, 83
Mucor, 232, 233
multiplicação vegetativa, 42, 268 a 272
mulungu, 66
Musaceae, 41 a 47, 185
Musáceas, 41 a 47, 185
Musa paradisiaca Linn., 41 a 47
Musa textilis, 288
Musci, 188
musgo folioso, 208
musgo mimoso, 205 a 209
musgos, 5, 205 a 209
mutualismo, 93
Myrciaria Jaboticaba Gerg., 111
Myricaceae, 185
Myristica fragrans Houtt., 87
Myrtaceae, 110 a 112, 185
Myrtiflorae, 112, 185

N

nabos, 281
Narcissus, 18
nastias, 63, 83
navicula, 226, 227
Nectandra, 86
nectários, 274
nenúfares, 91, 273
Nephrolepis cordifolia Presl., 192
Nicotina tabacum Linn., 135 a 139
nicotina, 135
nictinastia, 83
Ninfáceas, 88 a 92
Nitella, 219, 220
nitrogênio (absorção), 63
nodosidades das leguminosas, 63
nódulo de raízes, 63, 64
nomenclatura, 184
Nopalea coccinellifera
Salm-Dyck, 295
noz-de-sapucaia, 112
noz-moscada, 87, 286
núcleos generativos, 232
núcleos polares, 183
nutação, 63
Nymfeaceae, 88 a 92, 185

O

Ocotea, 86
Oedogonium, 221 a 223
Oenotheraceae, 185

oficial-de-sala, 275, 288
 Olea europeia, 282
 óleo de linhaça, 283
 óleos vegetais, 281
 oliveira, 282
 Oncidium, 53
 ondinha, 23, 249
 oosfera, 16
 Opuntia brasiliensis Haworth., 126
 Opuntia ficus-indica Mill., 124, 295
 Opuntioideae, 186
 Opuntia monacantha Haw., 124
 oração da árvore, 291
 ora-pro-nobis, 124
 Orchideae, 48 a 54, 185
 orelha-de-macaco, 82
 Oreodoxa oleracea Mart., 33
 Orquidáceas, 48 a 54, 185
 orquídeas, 48 a 54
 Oryza sativa Linn., 38
 Oscillatoria, 228
 ourico, 124
 ouro-verde, 148
 ovário, 14
 óvulos, 15
 Oxalis spp., 277

P

papiro do Egito, 288
 paina-de-seda, 288
 paineira, 121, 288
 páleas, 37
 Palmáceas, 29 a 33
 palma-de-Ramos, 175 a 179
 Palma-doce, 295
 Palmae, 29 a 33, 185
 palma-gigante, 295
 palmeira-de-dendê, 282
 palmeiras, 29 a 33, 263
 palmeira-real, 33
 palmeira-tucum, 288
 palmito, 32, 149, 281
 panicula, 30, 183
 Papaver somniferum, 293
 papel de arroz dos chineses, 288
 papel tornassol, 239
 Papilionaceae, 61 a 72, 185
 Papilionáceas, 61 a 72, 185, 294
 papo-de-peru, 276
 papoula dormideira, 293
 paralisia infantil, 243
 parasitas, 50, 52
 parênquima, 257
 Passiflora, 274
 Passiflora caerulea, 275
 passeios, 7
 pata-de-vaca, 75, 76
 pau-amargo, 107
 pau-Brasil, 75
 pau-de-leite, 102
 pau-de-sabão, 59
 pau-ferro, 76
 pau-mulato, 153
 pedicelo foliar (sua função no maruru), 89
 pé de esporogônio, 207
 Peireskia, 124
 Peireskia aculeata Hort., 124
 pêlos urticantes, 96
 penicilina, 234, 236

Penicillium, 234
 Penicillium notatum, 236
 pente-de-macaco, 144
 pepino, 155, 158
 pepônios, 106, 156
 pequenos passeios, 7
 pera, 284
 pereira, 59
 perianto, 14
 periciclo, 53
 peristômio, 207
 Persea fratisima Gaertn., 85 a 87
 pêssego, 284
 pessegueiro, 59, 288
 peste bubônica, 242
 Petrocelinum sativum Hoffm., 116
 petúnia, 139
 Petunia spp, 139
 Phaseolus vulgaris Linn., 61 a 72
 Phaeiceae, 230
 Philodendron bipinnatifidum Schott., 24 a 28
 Phoebe porosa Mez., 86
 Phycomyces, 246
 Phyllocactus spp., 125
 Phytelphas macrocarpa Ruiz et Pav., 33
 picão, 164
 Picramnia, 107
 Picrasma, 107
 pigmento, 116, 129
 pilularia, 194, 195
 pimenta, 286
 pimenta-do-reino, 286
 pimentão, 139, 281, 286
 pimentão vermelho, 117
 pinha, 87, 170
 pinhão, 170
 pinheiro brasileiro, 166 a 174
 pinheiro-bravo, 171
 pinheiro-do-Canadá, 172
 pinheiro-do-Paraná, 166 a 174, 289
 pinheiro europeu, 172
 pinheiros, 166 a 174, 289, 291
 pinho, 166 a 174
 Pinus maritima Lamb., 172
 Pinus patula Schi., et Cham., 172
 Pinus silvestris Linn., 172
 Piptadenia rigida Benth., 77 a 84
 Pirus communis Linn., 59
 Pirus malus Linn., 59
 Pistia stratiotes, 27
 Pisum sativum Linn., 65
 pitangueira, 111
 piteira, 18, 288
 Pithecoctenium echinatum K. Schum., 144
 pixídio, 112
 placa equatorial, 255
 placenta, 190
 placentação, 51
 plancton, 227
 plantas alimentícias, 269
 plantas com embrião em sementes, 13, 180
 plantas com embrião não em sementes, 187, 215
 plantas dióicas, 176
 plantas epifitas, 20
 plantas forrageiras, 66
 plantas medicinais, 292
 plantas parasitas, 20
 plantas ruderais, 97
 plantas sem embrião, 218, 245 a 247
 plantas submersas, 91
 plantas suculentas, 124
 plantas úteis, 279
 plasmólise, 252
 plastos, 46, 116, 129
 plicadura, 213
 plúmula, 66
 pneumatóforos, 262
 poaia branca, 153
 poaia rasteira, 153
 Poinciana regia Boj., 73 a 76
 pólen, 14, 121
 Policarpícas, 87, 185
 polínios, 50
 polinização, 15, 93, 182, 272, 273, 276
 Polipodiáceas, 189 a 195
 Polycarpícas, 87, 185
 Polypodium squamulosum, 193
 Polyporus, 235
 Polytrichum spec., 205 a 209
 pomos, 106
 pontas-goteiras, 267
 Pontederiaceae, 185
 Pontederiaceas, 185
 pontuações, 258
 pontuações areoladas, 258
 porongo, 159
 posição-de-guarda, 63
 posições do gineceu, 56
 Prefácio, 1, 2
 prefloração, 74, 128
 preparo de material para microscópio, 11
 princesa-da-noite, 124, 125
 Príncipes, 32, 185
 proembrião, 220
 prófase, 254
 prótalo (cultivo), 191, 194
 protândria, 277
 protocormo, 52
 protoginia, 277
 protonema, 208
 protoplasto, 249
 Prunus domestica Linn., 59
 Prunus persica, 59
 pseudoflor, 161
 pseudotrunko, 42
 Psidium quajava Linn., 110 a 112
 Psidium variable Berg., 111
 Pteridium aquilinum Kuhn., 192
 Pteridófitas, 188, 271
 Pteridophyta, 188 271
 pulmões das cidades, 251
 Punica granatum, 293
 purina, 151

Q

Quamoclit pinnata Bojer, 129
 Quassia, 107
 quebra-foice, 82
 quíabo, 121
 Quillaja brasiliensis Mart., 59
 quina, 153 293

quingombó, 121
quinina, 153, 293
quociente de respiração, 250

R

rabanete, 114, 142
rabo-de-lagarto, 196 a 199
rabo-de-rato, 125
radícula, 66
rainha-da-noite, 122 a 126
rainha-Margarida, 163
raízes medulares, 146
raíva, 243
raízes, 17, 260 a 262
raízes adventícias, 25, 89, 189
raízes axiais, 262
raízes com nódulos, 64
raízes escoras, 262
raízes fasciculadas, 262
raízes primárias, 38
rami, 96, 287
ramificação das raízes, 116
ramificação dos caules, 26
ramificação extra-axilar, 137
Ranales, 87, 185
Ranunculaceae, 185
Ranunculáceas, 87, 185
Rauwolfia, 292
Ravenala madagascariensis, J. F. Gmel., 45
reagentes, 8
Reboulia hemisphaerica Raddi, 210 a 214
recursos do professor, 7
Regnellidium, 193, 194
regulação das chuvas, 80
replanteio, 171
repólio-d'água, 27
reprodução, 268
reprodução assexuada, 268
reprodução sexuada, 271
reprodução vegetativa, 42
resina, 288
respiração celular, 27, 250
respiração das plantas submersas, 92
retículo endoplasmático, 250
retináculo, 276
Rhipsalis myosorus Foerster, 125
Riccia, 213
Richardsonia brasiliensis Cham. et Schl., 153
ricino, 97 a 103, 282, 293
Ricinus communis Linn., 97 a 103
rizóides, 187
rizomas, 41, 263
Rodóceas, 230, 246
romã, 293
rosa, 55 a 60, 87
Rosaceae, 55 a 60, 185
Rosáceas, 55 a 60, 185
Rosales, 185
Rosa pendulina Linn., 58
Rosa spp. — híbridos, 55 a 60
roseira, 55 a 60, 87
Roseta, 164
Rubiaceae, 148 a 154, 186
Rubiáceas, 148 a 154
Rubiales, 153, 186
ruderais (plantas), 97

Rutaceae, 104 a 109, 185
Rutáceas, 104 a 109, 185
Ruta graveolens Linn., 107,

S

sabugueiro, 153
Saccharum officinarum Linn., 38
sagu-de-jardim, 175 a 179
salsa, 116
salsa-de-praia, 129
Salvinia, 194, 195
samambaia-do-campo, 192
sâmara, 142
Sambucus australis Cham. et Schleg., 153
sangria duma seringueira, 101
sapatinhos-de-vênus, 134
saprófitas, 52
Saprolegnia, 231, 232
sapucaia, 112
sárcina, 241
sargão, 229
Sargassum, 230
Schizolobium parahybum Blake, 76
Scitamineae, 44, 185
Scrofulariaceae, 132 a 134, 186
Secale cereale Linn., 38
Secchium edule Swartz, 159
seiva bruta, 17
seiva elaborada, 17
seiva nutridora, 17
seiva supridora, 17
Selagináceas, 202
selaginelas, 202
Selaginella, 202
Selaginellales, 202
Selenipedium, 53
semente, 66, 142
semente alada, 142
semente aromática, 285
semparassitas, 52
Senecio brasiliensis Less., 164
sensibilidade, 83
sensitiva, 82, 83
sequóia, 173, 265
Sequoia gigantea Decne., 173
seringueira, 99, 100, 289, 290
Sesbania punicea Benth., 66
seta do esporogônio, 207
Segillaria, 203
silíquas, 141
silvicultura, 77 a 80, 170, 172
Simaruba, 107
Simarubaceae, 185
Simarubáceas, 107, 185
simbiontes, 52
simbiose, 52, 238
simpétala, 128
sinérgida, 183
sisal, 259
soja, 65, 295
Solanaceae, 135 a 139, 186
Solanáceas, 87, 135 a 139, 144
Solanum lycopersicum Linn., 138
Solanum melongena Linn., 138
Solanum sisymbirifolium Lam., 138
Solanum tuberosum Linn., 127, 138

Solidago microglossa D. C., 164
Soliva sessilis Ruiz et Pav., 164
solo (análise), 71
solução nutritiva, 39 a 40
Sorgo, 295
soro, 176, 190
soros-de-esporângios, 176
Spatiflorae, 185
Sphagnum, 238
Spiraea pumifolia Sieb. et Zucc., 59
Spirogyra, 225 a 226
Stenocalix michelli Berg., 111
Sterculiaceae, 186
Streitzia reginae Ait., 45
subarbusto, 263
sugarmaple, 281
suspensor, 173
Sympetaleae, 186

T

Tabebuia ipe Standley, 145
Tabebuia pulcherrima Sandw., 144
taleira, 96
talo, 187, 218, 237, 260
talófitas, 218, 245
tamareira, 32
tangerina, 107
Taraxacum officinale Weber, 164
taxon, 13
tecidos, 249
tecidos, 249
tecidos de condução, 257
tecidos de crescimento, 256
tecidos definitivos, 256
tecidos de nutrição, 256
tecidos esqueléticos, 258
tecidos tegumentares, 259
Tecomaria capensis Spach., 140, 144
telófase, 255
teoria de Wettstein, 216
tépalas, 43
terebintina, 168
termóforo, 27
terramicina, 236
Thalia geniculata Linn., 45
Theobroma cacao Linn., 121
Thuja orientalis Linn., var. aurea Dauv., 173
Tibouchina spp., 112
Tiliáceas, 120
timbaúva, 82
tinhorão, 27
tipa, 66
Tipuana speciosa Benth., 66
tirírica, 37, 259
tomate, 281
tomateiro, 138
topete-de-cardeal, 82
tornassol, 239
transição entre folhas e sépalas, 57
trapoeiras, 249
traqueídeos, 258
tremoncos, 68, 295
trepadeiras, 62
três-Marias, 102
trêvo, 295
trêvo-azêdo, 295
trícoca, 89
Tricoccae, 185

trigo, 38, 279
Trifolium spp., 294, 295
Triticum vulgare Vill., 38
 trombeteiro, 138
Tropaeolum majus, 47
 tropismos, 63
 tubérculos, 42, 114, 263
Tubiflorae, 186
Tubifloras, 144, 186
 tubo crivado, 159, 257
 tubo de copulação, 225
 tubo polínico, 16
 tuna, 125
 tungue, 101, 282
 turfa, 208

U

uapé, 88 a 92
Ulmaceae, 185
Ulmáceas, 96, 185
Ulua spp., 229, 230
 umbela, 115, 184
Umbelíferas, 113 a 117, 185
Umbelíferae, 113 a 117, 175
Umbelliflorae, 185
 unha-de-gato, 82
 unha-de-vaca, 149
Uragoga ipecacuanha Baill.,
 153
Urostigama spp., 95
Urticaceae, 185
Urticáceas, 96, 185
Urtica dioica Linn., 96

Urticales, 97, 185
 urtiga, 96
 utriculárias, 23
 uva, 284

V

vacinações, 243
 vacúolo, 252
 valeriana, 153, 293
Valerianaceae, 186
Valerianáceas, 153, 186
Valeriana officinalis Linn., 153
Vallisneria, 91, 249
Vanilla spp., 285
 variola, 243
 vasos, 258
 vasos lenhosos, 258
Vaucheria, 220, 223 a 225
 vela-da-pureza, 18, 288
 velame, 49
 ventilação das plantas
 submersas, 92
 verbasco, 134
Verbascum phlamoides Linn.,
 134
 verduras, 281
 vernação circinada, 190
 vespa simbiote, 95
 vibrião, 241
Victoria regia Ldl., 88 a 92
Violáceas, 87
 vírus, 243 a 244
 volúveis, 62
 vulcanização da borracha, 290

W

Wistaria sinensis Sweet, 63

X

xantofila, 116, 129
 xantoplastos, 116
 xaxins, 192
 xilopódios, 263

Y

Yucca filamentosa Linn., 18

Z

zabumba, 163
Zamia, 177, 178
Zamia brongniart Wedd., 177
Zantedeschia aethiopica
 Spreng., 27
Zantedeschia elliotana, 27
Zea mays Linn., 34 a 40
Zebrina pendula Schnit., 23
Zingiberaceae, 185
Zingiber officinale, 45, 285
Zinia, 163
Zinia elegans, 163
 zona cortical, 38, 261
 zona pilífera, 38, 262
 zoosporângio, 221, 222, 231
 zoósporo, 221, 222, 231